

V TOMTO SEŠITĚ

AKAI se představuje	81
DRUŽICOVÝ PŘÍJEM V PRAXI	
Základní principy satelitního příjmu	83
Kmitočty pro satelitní vysílání	84
Součásti zařízení pro družicový příjem	86
Antény	87
Závěsy antén	88
Pohonné motory	90
Ozařovače	92
Polarizátory	95
Výhybky	96
Konvertory	97
Družicový přijímač	101
Přehled všech dosažitelných družic	106
Družicové přijímače pro společné rozvody	108
Praktická část	
Stavební návod na posicionér pro SALORA/NOKIA XLE8901	110
Stavební návod pro posicionér k HINARI SAT 4501	112
Stavební návod na převodník pro ovládání mechanického polarizátoru	113
Alternativní řešení vícedružicového a vícepásmového příjmu	114
Určení pozice družice podle času Slunce	116
Převodníky A/D 8 b. (dokončen z ARB1, B2/93)	117

AMATÉRSKÉ RADIO ŘADA B

Vydavatel: Vydavatelství MAGNET-PRESS, s. p., 135 66 Praha 1, Vladislavova 26, tel. 26 06 51.
Redakce: 113 66 Praha 1, Jungmannova 24, tel. 26 06 51. Šéfredaktor L. Kalousek, OK1FAC, linka 354, sekretariát linka 355.
Tiskne: Naše vojsko, tiskárna, závod 08, 160 05 Praha 6, Vlastina ulice č. 889/23.
 Rozšiřuje Magnet Press a PNS, informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a předplatitelské středisko. Objednávky předplatného přijímá i redakce. Velkoobchodní a prodejci si mohou objednat tento titul za výhodných podmínek přímo na oddělení velkoobchodu Vydavatelství MAGNET Press (tel. 26 06 51 – 9, linka 386).
 Podávání novinových zásilek povoleno Ředitelstvím pošt, přepravy Praha č. 348/93 ze dne 2. 2. 1993.
 Pololetní předplatné 29,40 Kčs. Objednávky do zahraničí vyřizuje ARTIA, a.s., Ve smečkách 30, 11 27 Praha 1.
Inzerce přijímá osobně i poštou vydavatelství MAGNET-PRESS, inzerční oddělení, Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9, linka 294 i redakce AR.
 Za původnost a správnost příspěvku odpovídá autor. Nevyžádané rukopisy nevracíme.
 ISSN 0139-7087, číslo indexu 46 044.
 Toto číslo má vyjít podle plánu 21. 5. 1993.
 © Vydavatelství MAGNET-PRESS 1993



SE PŘEDSTAVUJE

Jedním z předních světových výrobců spotřební elektroniky, které postupně představujeme na stránkách AR řady B, je i firma AKAI, která od svého vzniku prošla mnoha změnami – co však zůstalo, je stabilní růst společnosti. Avšak od začátku:

Společnost AKAI byla založena v roce 1929, zakladatelem byl pan Masukiči Akai, společnost při svém vzniku vyráběla díly pro elektrotechniku (např. spínače, zásuvky, objímky atd.). Po krátké době byl výrobní program společnosti rozšířen o motory, které se díky jakosti a preciznosti staly vbrzku celosvětově známými. Díky zkušenosti ve výrobě přesných motorů začala společnost AKAI vyrábět i gramofony a později i magnetofony, neboť, jak je známo, dobrý motor je srdcem obou těchto výrobků. Světově známými se staly především cívkové přístroje pro magnetický záznam, které byly později označovány jako „magnetofony“. První přístroj firmy AKAI nesl označení ST 1 a byl uveden na trh jako stavebnice v roce 1955. V oblasti výroby magnetofonů se staly proslulými mezi příznivci věrné reprodukce především výrobky, vybavené tzv. Cross-field technikou, které znamenaly výrazný pokrok ve vývoji.

Společnost zachytila i nástup videotekniky – v roce 1970 byl uveden na trh první cívkový videomagnetofon AKAI pod označením VIDEO VT-700, ve stejném roce vyráběla společnost i první videopřístroje s kamerou, VTS-100. Po sedmi letech uvedla společnost na trh i první kazetový videomagnetofon s kamerou, VTS-400. Jako jeden z prvních výrobců uvedla na trh společnost AKAI i přístroj pro záznam obrazu v normě VHS pod označením VS-9700 (v roce 1978).

Výrobky AKAI si získaly velkou oblibu na trzích Evropy, Středního východu, jihovýchodní Asie i v zámoří. Bylo to způsobeno několika činiteli – především jakostí výroby, dále díky velmi pečlivě sledovaným službám pro zákazníky a v neposlední řadě i informovaností o poptávce na trhu, požadavcích na speciální vybavení s ohledem na místní podmínky (PAL, SECAM, různé kmitočty zvuku apod.).

Nejznámější z výrobků AKAI jsou především videomagnetofony, pro něž společnost AKAI vyvinula svůj vlastní tzv. Intelligent –HQ systém, který způsobuje zpracování snímaného i záznamovaného obrazového signálu jakosti používaného páska, maximálně zmenšuje hluchost přístroje a dosahuje výborné jakosti obrazu.

V historii firmy AKAI je mnoho významných objevů především na poli audiovizuální techniky. Je zásluhou i této firmy, že byla úspěšně prosazena šířka páska 1/4 palce, že byl upřednostněn systém VHS před systémem BETA, že vývoj přenosných videokamer postupoval rychlým tempem. Navíc všechny nové produkty AKAI mají jeden společný cíl: při snadném a přehledném ovládání vysokou jakost a spolehlivost.

Společnost AKAI je ovšem známá nejen svými videomagnetofony, u profesionálních hudebníků jsou v oblibě i její zařízení z oblasti elektronických hudebních nástrojů, samplery a zařízení pro digitální efekty.

Společnost AKAI zastupuje v České republice Kovoslužba, a.s. (obchod, servis, výroba).

Profil společnosti

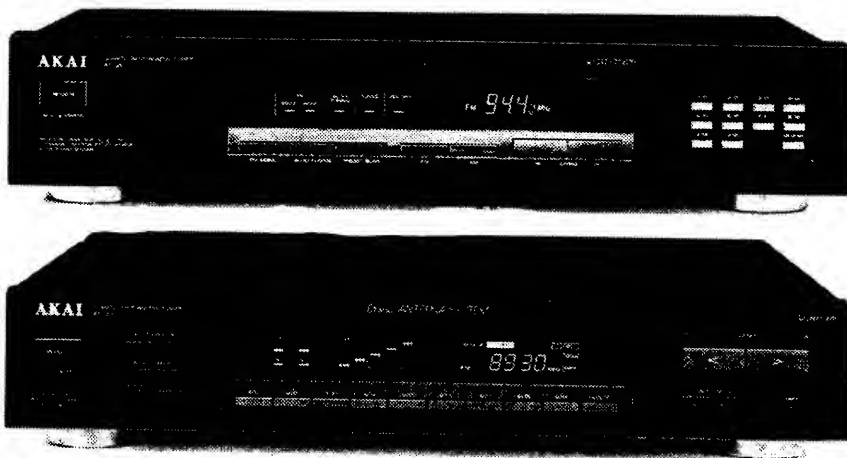
Základní fakta z historie AKAI:

1949 – první patent v poválečném Japonsku (rotující kontrolní zařízení)

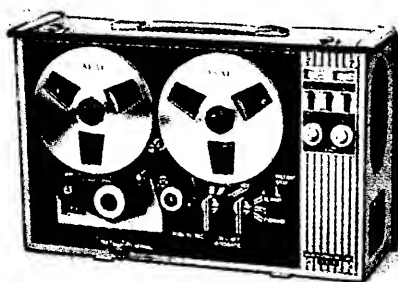


Objekt společnosti AKAI v SRN
z roku 1981

- 1951 – zahájení výroby motoru C-5 pro gramofony
- 1954 – zahájení prodeje AT-1, tranzistorového cívkového magnetofonu
- 1956 – zahájen prodej prvního vertikálního páskového přehrávače, typ 900 (magnetofon)
- 1961 – AKAI začíná používat známou hlavu „cross-field“
- 1965 – vyvinut videomagnetofon s tzv. stabilní hlavou (VX-1000)
- 1969 – vyvinuta hlava GX, ohlášen přenosný videomagnetofon VX-100
- 1970 – zahájení prodeje první „troj-kombinace“ na světě – magnetofonu pro „otevřené“ kotouče, osmistopé pásky a kazety; operační kapitál společnosti dosáhl tří tisíc miliónů jenů; byl zahájen prodej prvního magnetofonu s hlavou GX, GX-365D
- 1971 – byl vyvinut přenosný barevný videomagnetofon VT-150
- 1977 – založena společnost AKAI France
- 1978 – zahájen prodej videomagnetofonu VHS typ VS-9300; založena společnost AKAI Audio/Video Australia Pty., Ltd.
- 1979 – založení společnosti AKAI/U.K. Ltd.; vyvinuta hlava Twin-field super GX; AKAI vybrána jako generální dodavatel videomagnetofonů pro olympiádu v Moskvě
- 1980 – založena AKAI Deutschland G.m.B.H.
- 1982 – zahájení prodeje VS-2, prvního videomagnetofonu s unikátním interaktivním monitorovým systémem
- 1983 – zahájení výroby CD-D1, přehrávače kompaktních desek
- 1984 – zahájen prodej „mikrostudia“ (elektronické hudební nástroje)
- 1985 – AKAI vstupuje do oblasti ochrany životního prostředí – zahájena výroba vodního filtru CC-500 SS (City Cyklon); zahájena výroba digitálního sampleru S 6012
- 1986 – zvětšil se operační kapitál (spoluúčast Mitsubishi) na 4251 mil. jenů; sampler S 9000 vyhodnocen jako výrobek roku
- 1987 – zahájen prodej elektronického, aktivně ionizovaného čističe odpadních vod typu AW-700 (Mine Balance)
- 1988 – zahájen prodej digitálního integrovaného zesilovače DA-7000
- 1989 – zahájen prodej prvního „komponentního“ stereofonního za-

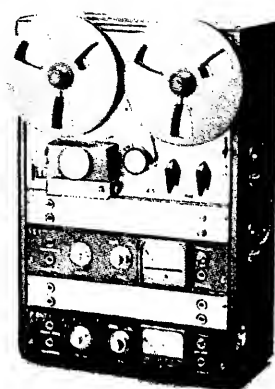


Přijímače FM/AM – tunery AT-26, AT-47 střední cenové třídy s velkoplošným displejem, řízené krystalem, 20 předvoleb



První tranzistorový cívkový magnetofon z r. 1958 (ST 1)

Magnetofon M7 (technika cross-field) z roku 1962



- řízení s dálkovým ovládáním, typ LX-5050
- 1990 – zahájen prodej prvního videomagnetofonu na světě se sy-
- stémem Intelligent HQ, typ VS-F 600
- 1991 – zahájení produkce optoelektronických přístrojů

VÁŽENÍ ČTENÁŘI!

V září a v listopadu 1993 vyjdou přílohy AR (Electus 93 a Malý katalog pro konstruktéry). Po špatných zkušenostech s rozepisováním příloh AR administrací našeho podniku jsme požádali o pomoc soukromou distribuční firmu. Letos naše přílohy bude rozepisovat firma:

Ing. Josef Šmíd, Sportovní 1380, 101 00 Praha 10.

Na straně 119 v tomto čísle je vytištěn objednávací lístek. Ten vystříhnete a čitelně vyplíte. Cena jednoho výtisku je 18 Kč včetně balného (papírová obálka) a poštovného. Příslušnou částku (18, 36, 54 Kč atd.) zašlete poštovní poukázkou typu C (žlutá) firmě "Ing. Josef Šmíd - zasílatelství" na výše uvedenou adresu. Potom vložíte vyplněný objednávací lístek do obálky a zašlete na stejnou adresu.

Toto vše učinite nejpozději do:

- a) v případě, že objednáváte pouze Electus 93, do 7. 7. 1993;
- b) v případě, že objednáváte pouze Malý katalog pro konstruktéry, do 20. 8. 1993;
- c) v případě, že objednáváte obě přílohy, do 7. 7. 1993.

Upozorňujeme, že v současné době lze poukázat peněžní úhradu prostřednictvím pošty pouze v České republice, ale po zaplacení může firma zasílat časopis i na Slovensko. Zasílatelská firma Vám zaručuje dodání časopisu do 14 dnů po jeho vydání. Obě přílohy AR vycházejí podstatně menším nákladem než měsíčník AR, proto Vám doporučujeme využít tuto nabídku.

Z obsahu letošních příloh AR

Electus 93: Přijímače VKV, Přesný měřič LC, Z historie radiotechniky, Magnetické antény, Napájecí zdroje, Časový spínač, Paket radio, Regata Columbus a mnoho dalších zajímavých článků.

Malý katalog pro konstruktéry: Přehledový katalog stabilizátorů, referenčních zdrojů a výkonových operačních zesilovačů.

DRUŽICOVÝ PŘÍJEM V PRAXI

Vojtěch Voráček

Toto číslo AR řady B si klade za úkol vysvětlit a objasnit základní principy satelitního příjmu a technické řešení v této oblasti tak, by i úplný začátečník byl s problematikou satelitního příjmu dostatečně seznámen a dostalo se mu všech potřebných informací. Zároveň by toto číslo AR mělo posloužit těm, kteří si chtějí nějaký satelitní komplet pořídit a nejsou dostatečně seznámeni s možnostmi těchto zařízení, k tomu, aby se lépe orientovali v technickém řešení součástí satelitních kompletů a vyhnuli se zbytečným finančním a časovým ztrátám. Těm, kteří již mají určité zkušenosti v této oblasti a nějaký systém pro příjem satelitní televize již provozují, přináší toto číslo AR řady B praktické náměty pro další vylepšení, rozšíření a optimalizaci jejich stávajícího zařízení.

V čísle nenajdete stavební návod na konkrétní satelitní přijímač či dokonce konvertor. Amatérská stavba takového zařízení se již dávno nevyplatí, vždyť v našich odborných prodejnách lze zakoupit široký sortiment dílů a kompletů pro satelitní příjem, a to dnes již za „světové“ ceny bez zbytečných přírůžek (díky přímým dovozům několika firem přímo od výrobců).

Doufám, že dnes už nebude možné, aby technik, pracující v nějakém závodě či výzkumném ústavu, mohl využívat „volného času“ v pracovní době a pomocí „státní“ techniky a samozřejmě i „státního“ materiálu konstruovat satelitní přijímač vlastně pro něj osobně sice zdarma, ale se značnými „celospolečenskými“ náklady. Takový přístup ke konstruktérské činnosti není dnes ve společnosti na tržním principu možný. Výsledkem snažení konstruktéra byla stejně (až na světlé výjimky) typizovaná přístrojová skříň se dvěma potenciometry a několika tlačítky isostat na předním panelu.

Pokusím se odhadnout, kolik by asi stála amatérská stavba satelitního přijímače, realizovaná středním technikem – provedení bez dálkového ovládání a bez dalších přídavných obvodů – pouze základní verze, umožňující primitivní příjem bez dálkového ovládání, mikroprocesorového řízení, bez systému ON – SCREEN, bez obvodů PANDA atd. ... v našich podmínkách, byl-li by použit tovární tuner a dokonalý stavební návod s dokonalou reprodukovatelností, který nevyžaduje experimentování: kvalitní tuner SHARP 1200; desky s plošnými spoji (kvalitní) . . . 500; skříň, ostatní mechanické díly . . . 800; síťový transformátor 250; pasivní a aktivní součástky 800; osazení desky s plošnými spoji . . . 600 (10 hod. à 60);

mechanická stavba a úprava skříně 360 (6 hod. a 60); oživení a seřízení přístroje 800 (8 hod. à 100); (bez amortizace, příp. pronájmu použitých měřicích přístrojů a bez času a nákladů spojených se sháněním součástek) celkem tedy asi 5310 Kč.

V době, kdy byl dělán tento výpočet, stál ve speciálních prodejnách satelitní techniky běžný kvalitní neznačkový přijímač (např. typ TELEMAT – Korea, 120 předvoleb, ON-SCREEN, dálkové ovládání, výstup pro magnetický polarizér a pro dvoupásmový konvertor, laditelný stereofonní zvuk s potlačením šumu, pěkný design) okolo 4990 Kč (cena ELIX Praha, 2/93). Neefektivnost amatérského zhotovení takového přístroje je tedy evidentní, a to ještě počítám hodinovou mzdou běžného kvalifikovaného pracovníka. Pokud by šlo o pronájem špičkového pracoviště vybaveného dokonalou měřicí technikou, náklady na stavbu by byly ještě daleko vyšší.

Ještě mnohem nepříznivěji by z ekonomického hlediska dopadla stavba vnější jednotky, tedy konvertoru s polarizátorem, případně antény. Např. pouze cena jednotlivě kupovaných tranzistorů vyrobených technologií „HEMT“ převyšuje cenu celého běžného družicového konvertoru, osazeného těmito tranzistory. Je to dáno vztahy a vazbami výrobců součástek a finálního výrobce a sériovostí výroby. Výjimkou snad může být stavba konvertoru pro pásmo S, tedy 1,7 až 2,5 GHz, které však má v našich podmínkách a geografické poloze minimální využití. Amatérská stavba většiny elektronických částí sa-

telitních kompletů je tedy v amatérských podmínkách ekonomicky neúnosná.

Proto návody na stavbu těchto dílů v tomto čísle nenajdete. Výjimkou jsou doplňky pro rozšíření souprav a jejich modifikace pro zamýšlený účel – např. pro ovládání polarizérů, posicionéry – ovladače motoru polárního závěsu, systémy pro další vylepšení kvality zvuku atd. Tyto přístroje a doplňky buďto na trhu vůbec nejsou, nebo jsou těžko dostupné, případně se dovozním firmám jejich dovoz nevyplatí z důvodů značné ceny a dlouhých lhůt povinného schvalování Státní zkušebnou – EZÚ před uvedením na trh při předpokládaném nepříliš masovém odbytu takových přístrojů. Zde pak připadá do úvahy jediné amatérská stavba. Několik takových doplňků si můžete postavit podle konstrukční části tohoto čísla AR-B. Poznatky využité pro sestavení obsahu tohoto čísla AR řady B vycházejí z valné míry z mého častého styku se zákazníky v prodejnách firmy ELIX – se zájemci o zakoupení satelitního kompletu nebo o jeho rozšíření či vylepšení.

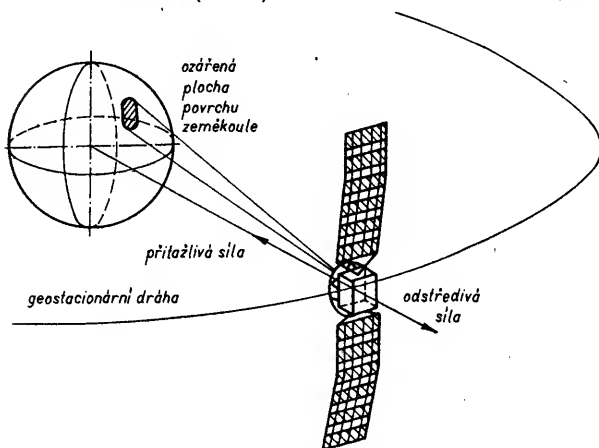
Základní principy satelitního příjmu

V padesátých letech se spolu s rozvojem především vojenské raketové techniky a elektroniky otevřela cesta k novému komunikačnímu prostředku – kosmické telekomunikaci. Nás bude z této oblasti zajímat tzv. „rozhlásová družicová služba“, což je překlad původního anglického názvu „BROADCASTING SATELLITE SERVICE“. Tím je samozřejmě myšleno družicové vysílání především televizní – vysílání rozhlasových pořadů je samozřejmě možné ve volném pásmu příslušného televizního kanálu. Televizní signál vyžaduje pro plnohodnotný přenos určitou část kmitočtového spektra – kanál. Kanálu lze využít jak pro přenos jednoho TV signálu v různých normách, tak současně i pro přenos několika dalších analogových zvukových signálů s menší šířkou pásma, případně i pro přenos až 16 digitálních zvukových kanálů ve vysoké kvalitě. Konečně se v poslední době zvětšuje i počet programů vysílaných v přenosovém standardu D2-MAC s podstatně lepší kvalitou obrazu.

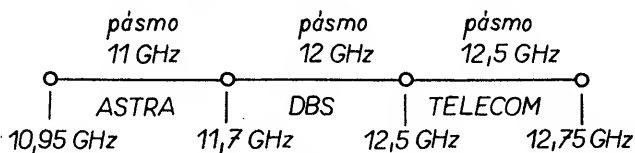
Televizní vysílače pro pozemský příjem se stavějí zpravidla na vyvýšených místech. Vzhledem k rozvoji kosmické

techniky se tedy nabízí možnost umístit vysílače přímo na družici. Dráha vybraná pro rozhlasovou nebo (jak se u nás spíše používá) pro televizní družici musí zaručit pokrytí daného území na zemském povrchu v době vysílání. Doba vysílání je dnes u většiny družicových vysílačů 24 hodiny. Pro pozemskou část soustavy musí být dnes splněna podmínka, aby se přijímací anténou nemuselo během příjmu jedné družice pohybovat, družice tedy musí mít z hlediska pozemského pozorovatele stále stejnou polohu.

Tyto požadavky splňuje tzv. geostacionární dráha – družice „stojí“ ve výšce 35 786 km nad rovníkem, její úhlová rychlost oběhu je shodná s úhlovou rychlostí otáčení zeměkoule a právě v této vzdálenosti jsou odstředivá a přitažlivá síla družice při této úhlové rychlosti v rovnováze (obr. 1).



Obr. 1. Geostacionární dráha – silové poměry



Obr. 2. Rozdělení kmitočtů vyhrazených pro družicové vysílání

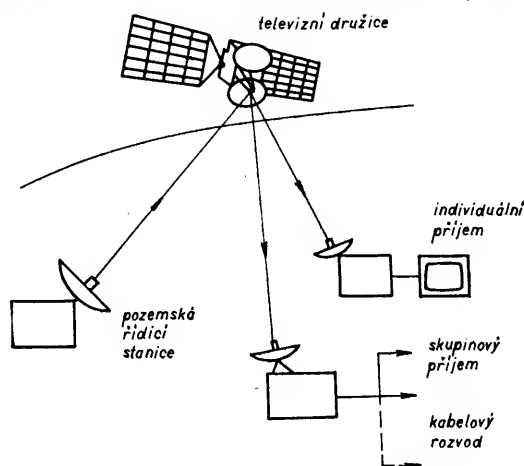
Televizní družice pracují jako aktivní, nikoliv jako odrazné, nesou tedy přijímací anténu, přijímač, kmitočtový konvertor a vysílač s vysílací anténou. To vše je napájeno akumulátory, nabíjenými ze slunečních článků. Tato soustava se nazývá družicový transpondér a družice jich nesou obvykle několik – aktivní a záložní, které pracují do společné antény s ozařovačem, nebo do antény s několika ozařovači či se soustavou několika vysílacích antén, někdy s různým vysílacím pásmem kmitočtů – např. 4 GHz a 11 GHz a 12,5 GHz nebo 11 a 12,5 GHz na shodné družici. Tvarem vysílací antény a jejího ozařovače lze vhodně vytvarovat vyzařovací diagram tak, aby pokrytí požadovaného území bylo optimální a energetické nároky transpondéru minimální. Družice je „zásobována“ televizním a rozhlasovým signálem z pozemské řídicí stanice

kmitočtech, než je kmitočet sestupného signálu (DOWNLINK), vzhledem ke snadnější konstrukci a energetické bilanci vysílače v pozemských podmínkách. Družice pracuje v podmínkách značného zatížení tepelnými rozdíly, radiací, slunečním větrem, mikrometeority, při startu rakety a při uvádění na oběžnou dráhu je vystavena vibracím a rázům atd.

Zásah člověka lze na geostacionární dráze uskutečnit dnes pouze za cenu vysokých finančních nákladů. Proto na vybavení družice a její stabilitu jsou kladeny mimořádné nároky a subsystémy pro kontrolu polohy a stabilizační motorky musí být konstruovány s dostatečnou rezervou a dostatečnou zásobou paliva raketových motorů potřebných pro stabilizaci polohy družice – tak, aby doba života družice dosáhla minimálně plánované doby. Ne vždy se

skupinový příjem hlavními společnými stanicemi s velkým průměrem přijímacích antén v profesionálním provedení, které měly televizním a rozhlasovým signálem napájet kabelové sítě a pozemské vysílače (obr. 2).

Nové technologie používané při výrobě polovodičových mikrovlnných součástek a velký pokrok v mikrovlnné technice umožnily však individuální příjem družicových signálů i těchto družic při použití „rozumné“ velikosti přijímací pozemské antény a dostupné ceně ostatních dílů satelitního kompletu. V pásmu DBS = 12 GHz – je pro oblast Evropy dnes vysíláno družicemi s velkým výkonem zatím jen asi 8 TV programů. Pásmo nižší, 1,8 GHz, 2,5 GHz a 4 GHz nemají pro běžného zájemce o satelitní příjem v Evropě příliš velký význam, i když v pásmu 4 GHz se vysílá asi nejvíce programů vůbec, a to přede-



Obr. 3. Vzestupná (UPLINK) a sestupná (DOWNLINK) dráha při družicovém příjmu v pásmu Ku

vším pro americký kontinent, asijské a africké země. Protože se zisk parabolických antén zmenšuje s kmitočtem, příjem v těchto nižších pásmech vyžaduje antény velkých průměrů (2,5 až 4 m i více, pro naše, většinou „panelákové“ podmínky je použití těchto antén většinou vyloučeno, nehledě k tomu, že většina družic vysílajících v tomto pásmu je pro nás umístěna „pod obzorem“ a jejich vyzařovací diagramy naše území nepokrývají). Přesto i u nás je několik nadšenců, kteří jsou vybaveni zařízením pro příjem v těchto nižších kmitočtových pásmech a tyto pro nás exotické televizní programy přijímají v uspokojivé kvalitě. V těchto případech jde však o dobu radioamatérské činnosti – zařízení jistě neslouží pro rozšíření počtu televizních programů. V našich podmínkách je rozumným řešením zaměřit se na pásmo Ku, tedy 10,95 až 12,75 GHz, v němž vysílá většina družic, jejichž programy jsou pro Evropu určeny, a které lze s rozumnými náklady na přijímací vybavení přijímat i u nás (rozumí se Česká republika), obr. 3, obr. 4.

Pásmo 10,95 až 12,75 MHz je dále rozděleno na tři podpásmo:

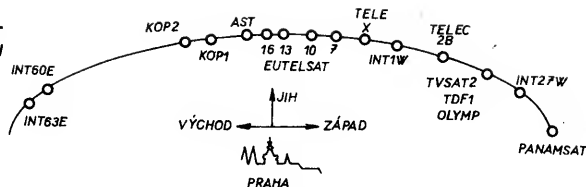
Pásmo 10,95 až 11,7 GHz – pásmo nejběžněji používané, na kterém vysílá většina družic malého a středního výkonu své programy, tzv. pásmo ASTRA

(cesta UPLINK) obvykle na vyšších v minulosti tento úkol podařilo konstruktérům splnit.

Kmitočty určené pro satelitní televizní vysílání

Pro uplink (sestupnou cestu signálů) televizních družic určených pro příjem televizních programů byly mezinárodní dohodou určeny, technickým a energetickým podmínkám nejlépe vyhovují a dnes se používají kmitočty v pásmech 2,5 GHz (tzv. pásmo S), 4 GHz (pásmo C) a 10,7 až 12,75 GHz (pásmo Ku). Pro přímé televizní vysílání (DBS) s individuálním příjmem jednotlivými účastníky byla původně určena část pásma Ku s kmitočty 11,7 až 12,5 GHz, tzv. pásmo DBS (DIRECT BROADCASTING SATELLITE – je zvykem ho jednoduše nazývat pásmo 12 GHz), v němž mělo pracovat několik družic s transpondéry velkých výkonů – obvyklý počet transpondérů jedné družice měl být kolem 4 a průměry přijímacích pozemských antén okolo 60 cm. Ostatní kmitočty byly původně určeny pro

Obr. 4. Poloha běžných družic pracujících v pásmu Ku – 10,95 až 12,5 GHz



nebo FSS. Příjem programů většiny družic určených pro Evropu je dnes v tomto pásmu u nás možný s anténami o průměrech 60 až 180 cm. Do této skupiny patří i nejznámější družice nebo přesněji soustava zatím dvou družic ASTRA, dále většina transpondérů družic řady INTELSAT a EUTELSAT (i když družice této řady nesou i transpondéry pracující v jiných pásmech, 4 a 12,5 GHz). Dále zde vysílá polovina transpondérů družice DFS KOPERNIKUS. Televizní norma v tomto pásmu využívaná je většinou stávající běžná „pozemská“ – PAL. Několik programů v tomto pásmu je vysíláno v nové přenosové normě D2-MAC. Pásmo 10,95 až 12,75 MHz budu v této publikaci nazývat pásmo 11 GHz tak, jak se vžilo u nás i ve světě.

Pásmo 11,7 – 12,5 GHz – toto pásmo bylo původně určeno pro individuální příjem a družice pracující v tomto pásmu mají transpondéry s velkými výkony, takže jejich příjem je možný anténou menších průměrů – u nás o průměru i menším než 30 cm. Vzhledem k větší energetické náročnosti transpondérů a omezené kapacitě slunečních baterií a akumulátorů družice jich však může být na družici v provozu menší množství – obvykle jsou na jedné družici aktivní čtyři transpondéry. Všechny programy vysílané družicemi DBS jsou vysílány v přenosové normě D2-MAC – až na jednu výjimku: v současné době jde o osm televizních programů vysílaných dvěma družicemi, umístěnými ve shodném místě geostacionární dráhy. Programy obou těchto družic jsou současně zatím vysílány i na jiných družicích v běžné TV normě PAL, případně SECAM. Výjimkou je opět jeden program. Toto pásmo se nazývá pásmo DBS nebo pásmo 12 GHz.

Pásmo 12,5 – 12,75 GHz se nazývá „pásmo 12,5 GHz“ nebo „pásmo TELECOM“, neboť v tomto pásmu vysílají zatím především tři francouzské družice TELECOM, dále transpondéry družic KOPERNIKUS a EUTELSAT. Tyto družice mají transpondéry poměrně velkých výkonů a navíc zisk přijímacích antén je pro signály těchto kmitočtů poněkud větší, takže pro příjem stačí v našich podmínkách antény o rozměrech okolo 60 až 90 cm. Pásmo TELECOM je u nás poněkud zanedbáváno, i když je programová nabídka v tomto pásmu velmi zajímavá a poměrně obsáhlá, především pro frankofonní a germanofonní televizní diváky. Důvodem je menší rozšíření konvertorů určených pro toto pásmo nebo konvertorů dvoupásmových. Ne všechny přijímače z levných souprav určených původně jen pro příjem družice ASTRA jsou schopné provozu s těmito konvertory a otočnými či multifokálními anténami, které příjem těchto družic umožňují. Na

družicích jsou programy vysílány v normě PAL i SECAM, na družicích TELECOM 2A a 2B je inékolik programů vysílaných v normě D2-MAC.

Poloha družic na geostacionární dráze

Jednotlivé družice mají mezinárodními dohodami přidělenou polohu na geostacionární dráze nad rovníkem a jsou určeny i minimální úhlové rozestupy mezi jednotlivými družicemi nebo družicovými systémy – obvykle 3°. Je zvykem udávat polohu družice ve stupních zeměpisné délky tak, jako polohu bodů na pozemském povrchu rovníku. Východním bodem je nultý, tzv. greenwickský poledník (Greenwich je předměstí Londýna se starobyloou hvězdárnou). Od něho se udává poloha satelitu – azimut – ve stupních západní a východní délky a označuje tedy vlastně bod na zemském rovníku, nad nímž má družice vymezenou svojí stabilní polohu. Pozorovatel stojící tedy na určitém stupni zeměpisné šířky by teoreticky „viděl“ družici, jejíž poloha odpovídá této zeměpisné šířce, nejvýš – družice má největší elevaci. Při příjmu této družice vadí nejméně terénní překážky a zástavba v dráze příjmu a průchod elektromagnetických vln atmosférou je nejkratší, tedy útlum způsobený atmosférickými vlivy, vodní párou atd. nejmenší. Tato téměř ideální poloha je však možná vlastně jen pro několik družic. Česká republika má polohu přibližně od 12° do 19° vých. délky, družice s touto polohou mají u nás tedy optimální podmínky pro příjem. A právě většina zajímavých družic této podmínce dobře vyhovuje a i okrajové družice umístěné na 63° východně (označení 63°E) a 45° západně (označ. 45°W) lze poměrně snadno přijímat při výběru vhodného místa pro příjem. Bylo by tedy škoda neuvažovat již při návrhu systému o možnosti přijímat signály několika

družic pomocí otočné parabolické antény (otočné ať již motorem, či alespoň manuálně) a to v úhlovém rozsahu geostacionární dráhy přepočteném na naši polohu od 55°W do 70°E. V tomto úhlu leží všechny u nás běžným zařízením přijímatelné družice.

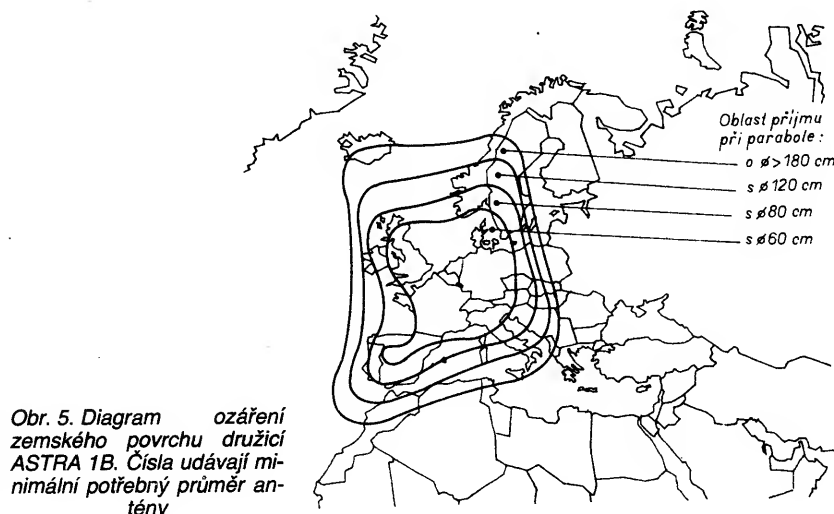
Vyzařovací diagramy jednotlivých transpondérů družic bývají směřovány a tvarovány tak, aby bylo zajištěno optimální pokrytí uvažované oblasti a nebývají směřovány přímo kolmo dolů. Tvar vyzařovacích diagramů není vždy ani přesně kruhový či eliptický, často má uměle vytvořeny laloky pro optimalizaci ozáření požadovaného území. Některé družice nesou také dva rozdílné druhy transpondérů pro vykrytí buď menší plochy silnějším signálem, nebo větší plochy při menší intenzitě signálu (SUPER-BEAM či WIDE-BEAM).

Výkon, kterým je ozářen zemský povrch v daném místě, se nazývá EIRP (dBW). Je to určující veličina pro volbu velikosti parabolické antény a dalších dílů vnější jednotky pro dané příjmové místo.

Transpondéry družic mají různé vyzařené výkony a každá družice má vyzařovací diagram odlišného tvaru – individuálně vytvořené pro danou potřebu. Proto jsou požadavky na přijímací zařízení pro dané místo příjmu velice různorodé. Aktuální vyzařovací diagramy družic bývají uveřejňovány v odborném zahraničním tisku. Jejich uveřejnění by zde vyčerpalo kapacitu tohoto čísla AR, neboť např. pro družicový systém ASTRA je nutno uvažovat minimálně 8 různých vyzařovacích diagramů (FOOT-PRINT) pro jednotlivé programy. Na obr. 5 je typický diagram ozáření povrchu – jde o zprůměrovaný vyzařovací diagram všech transpondérů družice ASTRA 1B.

Intenzita signálu v daném bodě příjmu je vyjádřena velikostí EIRP – efektivním izotropně vyzářeným výkonem. Bližší vysvětlení tohoto pojmu najde čtenář např. v [1].

Přibližné potřebné velikosti kruhové paraboly pro individuální příjem v závislosti na šumovém čísle konvertoru a na efektivním izotropně vyzářeném výkonu družice jsou v tabulce na obr. 52.

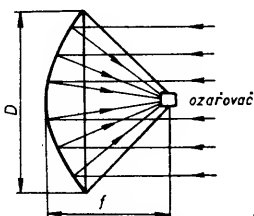


Obr. 5. Diagram ozáření zemského povrchu družicí ASTRA 1B. Čísla udávají minimální potřebný průměr antény

Součásti zařízení pro družicový příjem

Antény

Pro příjem v kmitočtových pásmech, které pro družicový příjem přicházejí do úvahy, se obvykle používají antény tvořené parabolickým odrážedlem – reflektorem s příslušným napájecím systémem (primárním zářičem), krátce nazývané parabolické antény nebo paraboly (obr. 5). Pouze pro nejnižší kmi-



Obr. 6. Princip parabolického odrážedla

točtová pásma se výjimečně používají antény typu LONG-YAGI a jejich modifikace. Pro pásma vyšší se občas vyskytují i antény trychtýřovité s rozšiřujícím se vlnovodem a nověji i ploché antény se sfázovanou dipólovou řadou, případně antény s dielektrickou vlnovou čočkou atd. Převážná většina antén je však především z cenových a konstrukčních důvodů tvořena anténami s parabolickým reflektorem. Princip této antény je srozumitelný a jasný z obr. 5.

Z každého bodu povrchu reflektoru antény, tvořeného rotačním paraboloidem, jsou v ideálním případě elektromagnetické vlny odráženy do jednoho bodu – do ohniska. Zisk antény je závislý na její ploše (u rotačních tvarů tedy na průměru), na kmitočtu a pochopitelně na přesnosti provedení, na účinnosti odrazné vrstvy a na účinnosti ozáření reflektoru primárním zářičem (ozařovačem – feedhornem). Zisk G_0 je udáván zpravidla v dB a lze ho při obvyklé účinnosti ozařovače okolo 55 % vyjádřit vztahem

$$G_0 = 17,78 + 20 \log f + 20 \log D \quad [\text{dB; GHz; m}]$$

kde f je kmitočet signálu a D je průměr antény.

Se zvětšujícím se průměrem (a zvyšujícím se kmitočtem) se zisk antény tedy zvětšuje, ale zároveň se zmenšuje vyzařovací úhel, tj. šířka svazku signálu, který je anténa schopna pro zmenšení zisku o 3 dB přijmout.

Velikost vyzařovacího úhlu (přijímaného nebo vyzařovaného signálu) lze pro daný zisk antény vypočítat podle vztahu:

$$\Phi = 162,79 : \sqrt{G_0}$$

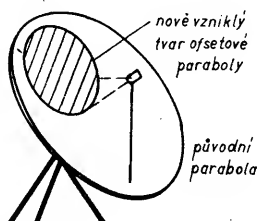
Je tedy patrné, že větší a tím i „ziskovější“ anténa bude mít užší vyzařovací úhel a pro využití většího zisku jsou tedy

klaďeny větší nároky na přesnost směřování. To je důležité vědět obzvláště při konstrukci otočných systémů s velkými anténami. Větší antény (nebo raději řekneme ne příliš široce „zabírající“) se také v budoucnu uplatní při stále se zvětšující „tlačenci“ na satelitním nebi. Již dnes totiž je možné, že některé programy jsou rušeny signály z transponderů sousedních družic, pracujících na shodném nebo blízkém kmitočtu. Pokud je přijímací anténa deformována či špatně navržena a má výrazné postranní laloky a parazitní příjmy mimo hlavní směr, může být vzniklé rušení i neodstranitelné. Projevuje se obvykle jako těžko vysvětlitelné drop-outy či pruhy v obraze a lepší konvertor spíše situaci zhorší. To vedlo některé výrobce antén ke konstrukci ofsetových parabolických antén s větším vodorovným rozměrem a tedy užším směrovým diagramem ve vodorovné rovině. Pokud je však anténa správně navržena, rušení zatím nevzniká ani u běžných provedení parabolických antén.

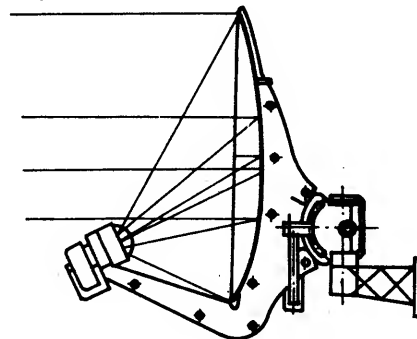
Opomíjený, avšak při konstrukci otočných systémů s velkými anténami důležitý parametr, je potlačení signálů opačných polarizací, popř. průnik opačně polarizovaného signálu do signálu přijímaného. Může se totiž stát, že anténa deformovaná nebo nesprávně navržena či vyrobená způsobí natočení polarizační roviny. Průnik sousedního kanálu s nežádoucí polarizací může vyvolat rušení právě přijímaného kanálu drop-outy a pruhy. Rušení je těžko vysvětlitelné – projevuje se totiž právě při příjmu nejsilnějších signálů velkou anténou, slabší signály budou přijímány v pořádku. Rušení je větší u satelitního přijímače s příliš velkou šířkou pásma a při malé izolační schopnosti polarizátoru – o tom se zmíním v příslušných kapitolách. Solidní výrobci proto udávají vždy potlačení sousední „polarizační roviny“ jako jeden z parametrů antény.

Parabolické antény rotační, nazývané také antény kruhové, kruhové paraboly, přímé antény nebo PRIME FOCUS byly pro příjem družicových signálů používány u nás nejdříve. Důvodem byla zřejmě jejich snadná výroba a možnost optimalizovat umístění primárního zářiče v ohnisku.

Dnes se nejčastěji používají antény typu OFSET – antény výřezové. Jsou to antény, jejichž reflektor je tvořen „výřezem“ z plochy rotačního paraboloidu. Antény ofsetové mohou být libovolného tvaru, např. opět kruhové, elipsovité, čtvercovité atd. Ohnisko této antény je tam, kde bylo ohnisko původní rotační parabolické antény, ze které tento výřez vznikl a lze je jen velmi obtížně určit pokusně (obr. 70). Musíme se tedy spo-



Obr. 7. Princip konstrukce ofsetové antény



Obr. 8. Funkce ofsetové antény

léhat na držáky primárního zářiče dodané výrobcem ofsetové antény. Jelikož se při návrhu ofsetové antény vychází obvykle z horní části původní parabolické plochy, směřuje rovina antény při příjmu obvyklých družic v evropských geografických podmínkách více kolmo k zemi, někdy dokonce jakoby byla „namířena“ do země. To je velmi výhodné při umístění antény těsně u zdi, neboť nároky na místo a nosnou konstrukci antény jsou menší. Další výhodou při použití ofsetové antény je její menší zanášení sněhem, zvláště použije-li se na anténu speciální nátěr s malou přilnavostí a smáčivostí povrchu. Většímu zanášení sněhem je však při použití ofsetové paraboly vystaven kryt vstupu vlnovodu primárního zářiče, na který je nutno tedy použít nesmáčivý materiál – teflon atd. Při malých průměrech (či přesněji plochách) ofsetových antén je také výhodná skutečnost, že aktivní plocha antény je málo (nebo není vůbec) zastíněna primárním zářičem, konvertorem a jeho nosným systémem. Při velkých plochách antén tato skutečnost není tolik na závadu, ale při malých plochách dnešních antén jde o skutečnost významnou.

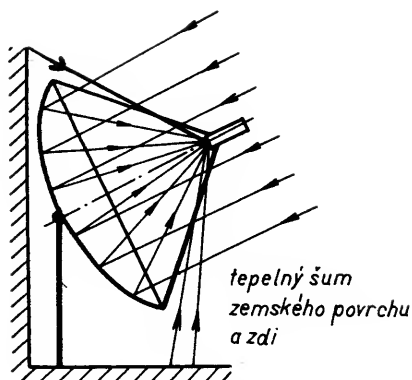
Někdy se parabolické antény doplňují pomocným odrážedlem v ohnisku – výsledkem může být větší účinnost systému, až 70 % i více, díky optimalizaci ozáření antény (např. SUPERFOCUS – výrobce Kreiselmeier, Německo a ostatní, obr. 9). Nevýhodou je však vysoká cena antény.

Obr. 9. Anténa ofset SUPERFOCUS s pomocným odrážedlem – Kreiselmeier (4. str. obálky)

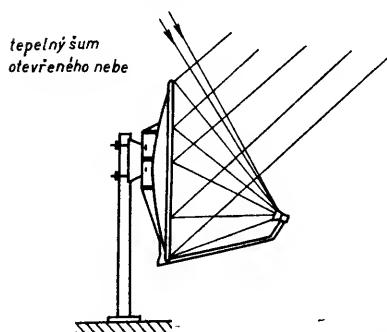
Další málo známou, avšak dosti významnou výhodou, hovořící ve prospěch ofsetové antény, je nižší šumová teplota systému s ofsetovou anténou při vhodném umístění na střeše objektu nebo na zemi. Tato výhoda neplatí při umístění antény na zeď nebo jinou plochu za anténou.

Vycházíme ze skutečnosti, že žádná, a to ani rotační, ani ofsetová parabola není ideálně ozářena a primární zářič tedy „sbírá“ elektromagnetické vlny nejen odražené reflektorem, ale i z okolí reflektoru. Princip je nejsnáze pochopitelný z obr. 10 a 11.

Teplný šum zemského povrchu (a tedy i stěny domu atd.) je podstatně větší, než teplný šum „otevřeného nebe“. To platí nejen teoreticky, lze se o tom i snadno přesvědčit, namíříme-li



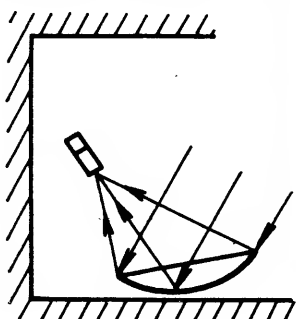
Obr. 10. Přezářená anténa rotační



Obr. 11. Přezářená anténa ofset vhodně umístěná

parabolickou anténou s konvertorem, připojenou k přijímači (který je vybaven měřičem signálu nebo konvertorem s připojeným širokopásmovým měřičem úrovně, SAT – FINDER), nejprve do nebe tam, kde nelze očekávat nějaký signál z družice a potom do země nebo do zdi domu. Výchylka indikátoru úrovně se překvapivě zvětší a i šum na připojeném televizoru dostává jiný charakter. Takto přijímaný parazitní šumový výkon zmenšuje využitelné šumové číslo konvertoru: zjistit však, jaký je jeho skutečný vliv, by vyžadovalo řadu pokusů a měření. Zatím, pokud vím, se podobným problémem nikdo nezabýval a zřejmě nebyly publikovány ani nějaké výsledky měření. Vliv šumové teploty je závislý samozřejmě na ozařovacím diagramu primárního zářiče a bude mnohem větší u „přezářených“ antén a nevhodně navržených soustav, u nichž přispěje k dalšímu zhoršení parametrů. Proto pozor na nevhodné kombinace anténa – ozařovač.

Chtěl bych se ještě zmínit o neobvyklém „inverzním“ umístění ofsetové antény, které lze někdy použít při umístění antény částečně pod přístřešek (lodžie, balkón) nebo v teplejších oblastech republiky, kde příliš nesněží a an-



Obr. 12. Inverzně umístěná anténa ofset

téna má odvodňovací otvor v nejnižším bodě. Umístění antény je objasněno na obr. 12.

Technologie a materiály použité na výrobu antén

V počátcích satelitního příjmu u nás se parabolické antény vyráběly laminováním na dřevěná, laminátová, betonová či jiná „kopyta“ nebo přímo na zadní povrch továrního plechového reflektoru. Odrazová plocha se vytvářela buď zalaminováním kovové fólie, sítky nebo žárovým nástřikem (šopováním) kovových vrstev. Lze si snadno představit, jak se asi choval polyesterový či epoxidový laminát po tepelném šoku při šopování a jak si asi rozpálená a změkklá anténa udržela svůj „ideální“ tvar po této kúře. Vzhledem k tehdejší nemožnosti použít jinou technologii a vzhledem k nedostatku lisovacích nástrojů to byla činnost jistě záslužná a průkopnická, dnes jsou však z těchto antén větších průměrů povětšinou jen pokroucené a degradované zbytky na střechách či zdech domů, kde, pokud jsou ještě v provozu, byl úbytek jejich zisku způsoben deformací a poškozením odrazné vrstvy kompenzován nasměrováním na družicový systém ASTRA, který má dostatečnou rezervu výkonu i při zmenšeném zisku antény. Dnes jsou již laminátové antény většinou nahrazeny anténami kovovými nebo kvalitními anténami z plastů, zhotovenými zcela jinou technologií (tlakové odstříknutí do kovové formy).

Jako materiál pro výrobu antén slouží dnes převážně plech, a to pro antény kruhové vždy plech hliníkový vzhledem k použité technologii výroby kovotlačení a pro antény ofsetové plech jak ocelový plný i perforovaný, tak i plech hliníkový neperforovaný. Ofsetové antény se vyrábějí lisováním podobnou technologií, jako karosářské díly auto-

mobilů. Těžko říci, který materiál je výhodnější, zda hliník nebo ocel. Každý má svoje přednosti a nedostatky – výhody hliníkového plechu jsou v malé hmotnosti, odolnosti proti korozi při případném porušení nátěru a v menších nárocích na výkon lisovacího stroje, nevýhodou je menší tvarová stálost výlisku a větší zranitelnost při dopravě a montáži. Výlisky z ocelového plechu je nutno dobře připravit na nástřik barvy a použít kvalitní nátěrové hmoty a technologii tak, jak je to obvyklé (někdy) v automobilovém průmyslu, neboť na hranách se může nátěr transportem porušit a anténa by mohla korodovat. Antény z perforovaného ocelového plechu spojují pro uživatele nevýhodu obou typů – nejsou dostatečně tuhé a mají mnoho řezných hran, kde mohou vznikat zárodky koroze, navíc se mokry sněh udržuje v otvorech, kde může přimrznout a lze ho jen těžko odstranit. Tím se zmenšuje účinnost antény. Výhodu mají tyto perforované antény asi jen pro výrobce – zmenší se zřejmě opotřebení lisovacího stroje vlivem lepšího mazání formy a tažnost plechu s otvory je lepší, nakonec i materiálu se spotřebuje méně. Antény také nejsou tolik nápadné. Zatížení větrem je vlivem turbulence v otvorech skoro stejné jako u plného provedení a solidní držák antény stejně musí být dimenzován s dostatečnou rezervou.

Kusová amatérská výroba antén se dnes již nevyplatí. Před nákupem antény doporučuji poradit se s odborníkem, který má přehled o formách a nástrojích použitých k výrobě dané antény. Vzhledem k vysoké pořizovací ceně lisovacího přípravku a stroje se u nás vyskytuje několik málo firem, zabývajících se seriózní výrobou antén, popř. výlisků zrcadla. Další firmy tyto výlisky povrchově upravují a více či méně kvalitně dodělá-



Obr. 18. Kruhová anténa o průměru 400 cm s polárním závěsem pro příjem i v nižších kmitočtových pásmech na zahradě autora

vají nosiče ozařovačů či konvertorů. Sortiment antén je na našem trhu již poměrně velký, ale ne všechny výrobky vyhoví svým provedením, ziskem a povrchovou úpravou zvýšeným klimatickým nárokům v našich podmínkách (obr. 14 až 18).

Obr. 14. Ofsetová anténa 65 cm z ocelového plechu s pevným závěsem (4. str. obálky)
Obr. 15. Ofsetová anténa 84×98 cm z hliníkového plechu s pevným závěsem (4. str. obálky)

Obr. 16. Ofsetová anténa Hirschmann 120×140 cm s polárním závěsem (4. str. obálky)

Obr. 17. Rotační kruhová anténa 120 cm (PRIME FOCUS) KOVOSAT s polárním závěsem (4. str. obálky)

Ploché – planární antény

Je až neuvěřitelné, kolikrát denně se nás v prodejnách zákazníci hlavně z řad laiků ptají na „jakési placaté (zřejmě pochopitelně japonské) antény pohlednicového formátu, umístitelné pry na okno nebo dokonce na zeď, nejlépe přímo za televizor bez nutnosti směřování a přijímající všechny možné, pokud možno americké družice, a to někdy i zapojené rovnou do dírk v televizoru bez použití té krabice, tedy satelitního přijímače“.

Z technického i energetického hlediska je taková anténa samozřejmě holým nesmyslem hned z několika důvodů (směrová charakteristika, rušení transpondérů pracujících na stejném nebo blízkém kmitočtu na různých družicích atd.). Ploché – planární – antény se však běžně vyrábějí. Jeden typ je určen pro příjem signálů družice DBS, pracujících v pásmu 12 GHz v normě D2-MAC s kruhovou polarizací, příp. pro digitální satelitní rozhlas z družice TV-SAT 2. Antény mají rozměry od asi 25×25 cm až do 38×38 cm, jsou však vždy zatím určeny jen pro jeden druh polarizace a nelze je přepnout na druhý. Pokročilejší technik by si mohl při nutnosti příjmu signálů opačné polarizace pomoci odraznou deskou, ale toto řešení je poněkud těžkopádné.

Druhý typ plochých antén je určen pro příjem z družice ASTRA a ostatních silnějších signálů v pásmu 10,95 až 11,7 GHz, jejich rozměry jsou obvykle 48×48 cm a antény jsou vybaveny elektronickým polarizátorem; s poměrně malou rezervou signálu vyhoví pro příjem družice ASTRA a podobných i v podmínkách naší republiky. Aktivní systém těchto antén je tvořen řadou sfázovaných dipólů a vedení, podobně jako u soustavy antén pro pozemský příjem. Konvertor je integrován v nosném systému antény a přepínání polarizace je elektronické. Tyto ploché antény se pochopitelně musejí směřovat přesně jako běžné antény parabolické a platí pro ně tytéž zákony o šíření elektromagnetických vln (obr. 19).

Obr. 19. Plochá anténa Kathrein 48×48 cm pro příjem družice ASTRA (4. str. obálky)

Trychtýřovité antény se vyskytují výjimečně, zajímavá je řada antén AS-2000 známého výrobce REVOX. Tento výrobce vyvinul precizní antény trychtýřovitého tvaru, pracující s vlnovou čočkou o průměru 25 a 34 cm pro příjem družice DBS v pásmu 12 GHz (menší provedení) a ASTRA (obr. 20),

Obr. 20. Trychtýřovitá anténa REVOX pro příjem družice ASTRA (4. str. obálky)

nevýhodou je vysoká cena. Naopak součástí velmi levného staršího satelitního kompletu CAMBRIDGE byla i levná poduškovitá anténa vylišaná z termoplastu, anténa tohoto provedení byla však velmi poruchová a měla nedostačující zisk pro naše podmínky. Firma CAMBRIDGE proto k novým přijímačům R 1317 Extra dodává již běžné ofsetové antény.

Závěsy antén

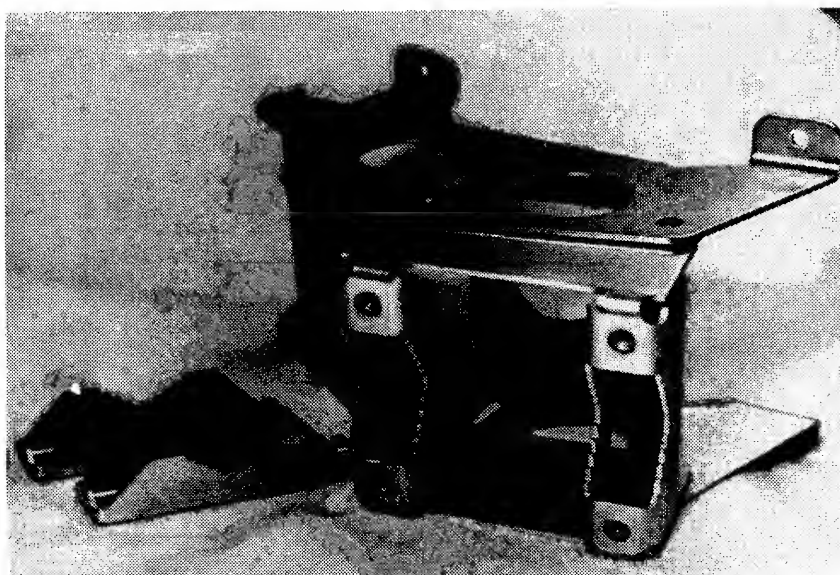
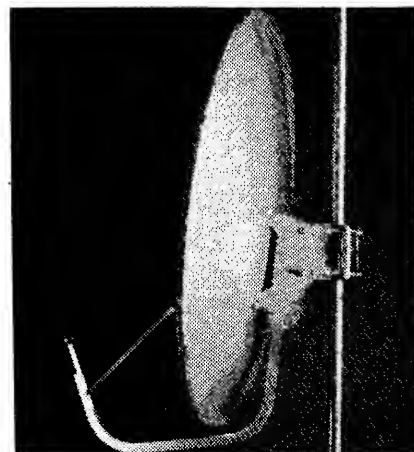
Každá anténa, a to ať již kruhová, ofsetová, plochá či jiná musí být vybavena zařízením, které umožní její uchycení na stožár, zeď nebo rovnou plochu či šikmou střechu a zároveň umožní nastavit potřebné úhly azimutu a elevace.

Pokud bude anténa používána jen pro příjem z jedné družice a nepředpokládá se častý přechod na družici jinou, používá se tzv. pevný závěs. Je to držák, který sice umožní po uvolnění nastavovacích prvků přesměrovat anténu, ale poloha případné další družice se musí vyhledat změnou nastavení antény a to jak roviny svislé (elevace), tak i roviny vodorovné (azimut). Proto se mu také někdy říká v zahraničí držák Az-El. Zároveň se změnou těchto úhlů se musí při přechodu na jinou družici přestavět rovina příjmu lineárně polarizovaných signálů natočením konvertoru s polarizátorem nebo elektricky změnou ovládací veličiny polarizátoru. Těchto pevných držáků se vyskytuje mnoho různých konstrukcí od nejjednodušších až po složité – důležité je, aby byl držák dostatečně stabilní i při největším zatížení při silném větru a samovol-

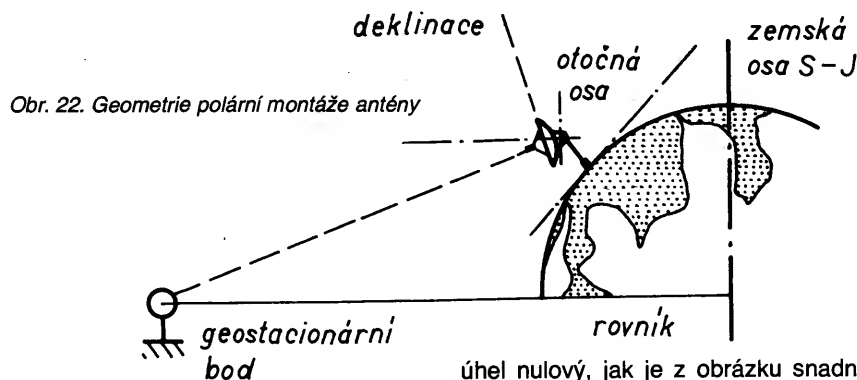
ně se neposouval. Pozornost je také třeba věnovat povrchové úpravě – při přestavování se totiž odírají lakované nastavovací plochy – zde jsou možné zárodky koroze. Je tedy lepší použít konstrukci pokovenou, a to nejlépe žárovým zinkováním, které je proti otěru snad nejdolnější. Galvanicky nanášené povlaky vyhoví jen tehdy, jsou-li velmi kvalitně provedené. Typické provedení pevného držáku antény je na obr. 21.

Chceme-li přijímat družice několik a opakovaně nastavovat anténu co nejrychleji a ke změně nastavení použít jen jeden seřizovací prvek, i takové řešení je možné. Mluvíme pak o tzv. polárním zavěšení antény, polární montáži či polarmountu. Takový závěs lze snadno „motorizovat“, čímž dostáváme plnohodnotné zařízení, které při vhodné volbě dalších prvků soupravy vyhoví i náročnějším zájemcům o družicový příjem. K pochopení funkce polárního zavěšení antény nejlépe poslouží obr. 22.

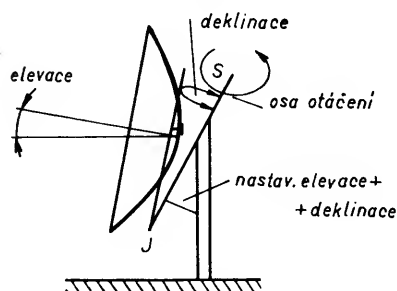
Z obrázku je patrné, že anténa je odklopena od otočné osy rovnoběžně se zemskou osou sever – jih o tzv. deklinační úhel, který je samozřejmě určen jak vzdáleností družice od zemského povrchu, tak zeměpisnou polohou místa příjmu – zeměpisnou šířkou. Při nekonečně vzdálené družici nebo při příjmu družice na rovníku je tento



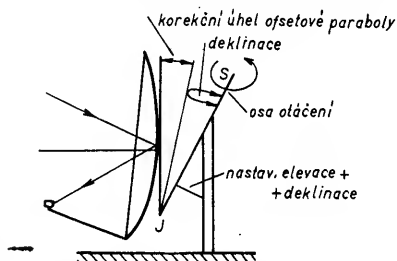
Obr. 21. Pevný závěs antény k montáži na stožár



Obr. 22. Geometrie polární montáže antény



Obr. 23. Úhlové poměry polárního závěsu



Obr. 25. Geometrie ofsetové antény s polárním závěsem

úhel nulový, jak je z obrázku snadno pochopitelné. Vzdálenost družice od Země je určitá a konstantní, lze tedy v daném místě příjmu úhel příjmu jednou provždy seřídít a stabilně fixovat. Pro naši zeměpisnou šířku (v rozmezí asi 48 až 51° severní šířky) vychází tento deklinační úhel v rozmezí okolo 7°, potřebná změna nastavení je nepatrná a někteří výrobci polárních závěsů toho využívají: na polárním závěsu konstruují tento úhel jako pevný, bez možnosti změny. Toto řešení lze připustit jen u malých antén o rozměrech 60 až 80 cm, jejichž vyzařovací úhel je velký a případné nepřesnosti se tolik neprojeví. Solidní výrobek musí však mít i tento úhel nastavitelný, stačí v malém rozsahu, např. 5 až 10°. Možnost seřízení ostatních úhlů závěsu je samozřejmostí.

Na polární závěs lze pochopitelně montovat všechny druhy antén, tedy i antény ploché, trychtýřovité, ofsetové atd.

Pokud na polární závěs montujeme ofsetovou anténu, je nutno k deklinační-

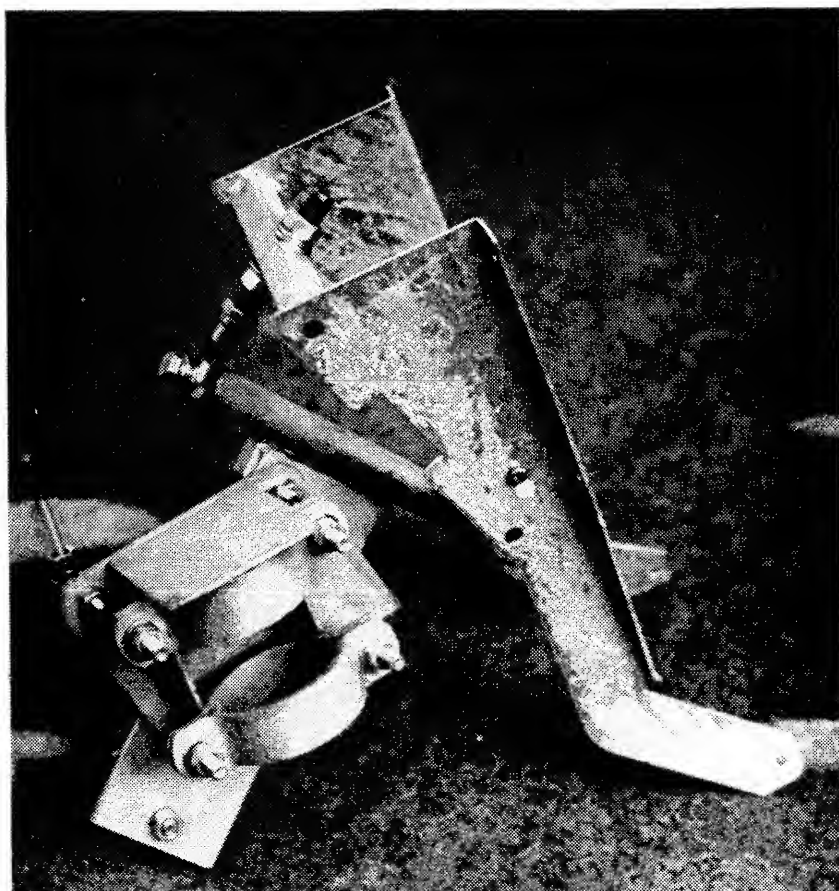
mu úhlu připočítat při montáži ještě tzv. korekční úhel ofsetové paraboly, který je závislý jen na konstrukci a tvaru této antény a solidní výrobci ho udávají. Geometrie polárního závěsu s ofsetovou parabolou je na obr. 25.

Seřízení polárního závěsu je prací poměrně náročnou, vyžadující jisté zkušenosti. Je nutno mít nějaký měřič intenzity satelitního signálu nebo přijímač jím vybavený, případně přijímač s výstupem napětí, které je úměrné síle signálu (tzv. výstup AGC). V nouzi lze polární závěs nastavit i „na obraz“, ale nemáme jistotu, že nastavení je opravdu optimální. Při konečném jemném seřízení nemá smysl používat buzolu, různé úhlooměry a sklonoměry, ty nám mohou sloužit pro prvotní přiblížení se k polární dráze a ke hrubému nastavení úhlu a elevace. Podmínkou nastavení polárního závěsu je nosná tyč zcela přesně kolmá, a to obzvláště ve směru východ-západ. Pokud tyč není namontována kolmo, nemá smysl se o dokonalé seřízení polárního závěsu pokoušet.

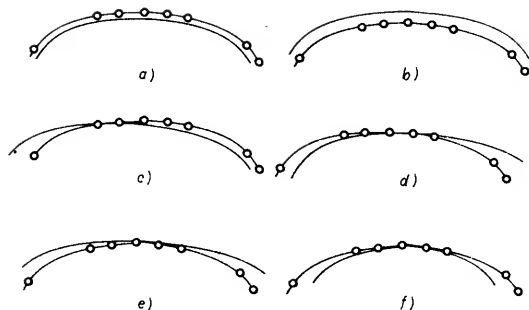
Nejprve je potřeba odpojit případnou pohonnou jednotku, uvolnit všechny seřizovací prvky polárního závěsu tak, aby bylo možno s nimi snadno manipulovat a pomocí trojúhelníkovité měrky s úhlem 7,3° přednastavit deklinační úhel. Na satelitním přijímači předvolíme například tyto satelitní programy z okrajových a středových družic:

1. Z družice INTELSAT 63°E např. program RETE 4: 11,010 GHz HOR.
2. Z družice ASTRA 19,2°E např. program MTV: 11,421 GHz HOR.
3. Z družice EUTELSAT 13°E např. program SUPER: 10,987 GHz VER.
4. Z družice INTELSAT 27,5°W např. program CNN: 11,155 GHz VER.
5. Z družice PANAMSAT 45°W např. pr. GALAVISION: 11,515 GHz HOR.

Nejprve nastavíme program 2 – ASTRA a závěs seřídíme na tuto družici tak, aby obraz byl dobrý a výchylka maximální. Velikosti signálu při všech měřeních si poznamenáváme. Jelikož např. Praha má polohu okolo 14,5°E a družice ASTRA „visí“ nad 19,2°E, vychází poloha Astry pro Prahu $19,2 - 14,5 = 4,7^\circ\text{E}$, anténa při příjmu této družice bude v Praze o tento úhel odkloněna od jihu na východ. Systém polárního závěsu – rovina proložená všemi jeho svislými osami – musí mířit na jih. Potom si zvolíme program 3 z družice ležící na 13°E, která bude mít v Praze azimut $13 - 14,5 = -1,5^\circ$, tedy 1,5°W. Při příjmu této družice bude anténa mířit v Praze 1,5° na západ. K optimálnímu nalezení jihu můžeme ještě využít družici na 16°E, ale programy na této družici se zatím často mění. Pomocí těchto dvou družic a úhlooměru nebo i odhadem najdeme směr na jih a zafixujeme polární závěs na nosné trubce tak, aby rovina jeho systému mířila na jih. Nyní seřídíme



Obr. 24. Skutečné provedení polárního závěsu (POLARMOUNT)



Obr. 26. Chyby při nastavování polárního závěsu: a) příliš malá elevace, b) příliš velká elevace, c) osa příliš na východ, d) osa příliš na západ, e) příliš malá deklinace, zvětšit úhel, f) příliš velká deklinace, zmenšit úhel

opět optimální signál např. z družice EUTELSAT 13°E pomocí nastavovacího prvku elevace a na přijímači zvolíme program 1. Otočíme anténu do předpokládaného směru (pozor na terénní překážky), najdeme náznaky signálu a sklápěním a zvedáním antény pomocí elevačního seřizovacího prvku najdeme optimum signálu. Přepneme program 4 a zkontrolujeme nastavení polárního závěsu v západním směru. Propružením závěsu si lze ověřit, zda není možno najít ještě lepší polohu. Přepínáme postupně programy 1 až 5 a snažíme se o optimalizaci příjmu. K odstranění případných nedostatků v nastavení se orientujeme podle obr. 26.

Pokud máme pocit, že je polární závěs dokonale seřízen, pevně dotáhneme všechny šrouby a nastavovací prvky a dráhu raději ještě jednou zkontrolujeme. Pak teprve připojíme pohonný motor – aktuátor – a nastavíme koncové body vypnutí motoru – koncové spínače.

Pohonné motory – aktuátory

Z popisu polárního závěsu vyplývá, že ke změně – přestavení – přijímací antény na jinou družici umístěnou na geostacionární dráze tedy stačí změnit délku jediného fixačního prvku pro současnou změnu azimutu, elevace a dokonce i pro pootočení polarizační roviny polarizovaných signálů. Antény lze tedy snadno vybavit motorovým posuvem a přestavování antény zcela nebo částečně zautomatizovat. Servomotor, který tuto změnu nastavení umožňuje, bývá nazýván aktuátor, JACK, SUPER-JACK, BLACK JACK atd. Elektronika, která tento servomotor ovládá a umožňuje obvykle uložit polohy jednotlivých satelitů do paměti, se nazývá posicionér. Pohonné motory jsou nejčastěji konstruovány na jednoduchém principu: stejnosměrný motor s permanentními magnety, doplněný převodovkou do pomalu, otáčí tyč s závitem, která je našroubována do závítového pouzdra s vnitřním závitem. Pouzdro je součástí výsuvné tyče a celek má pak podobu tlumiče z automobilu. Výsuvná tyč a vlastní motor s nosným systémem a závítovou tyčí jsou doplněny kulovými čepy. Výsledkem otáčení závítové tyče je prodlužování a zkracování servosystému. Aktuátory jsou vždy vybaveny

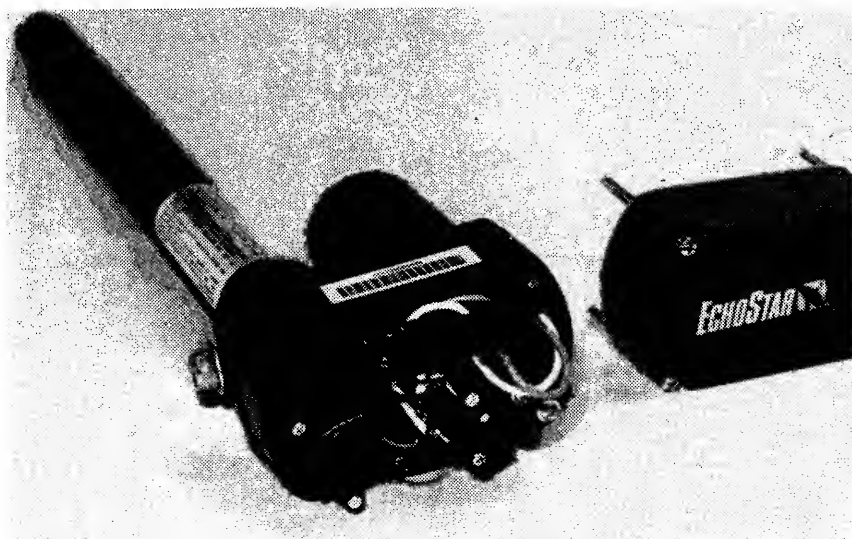
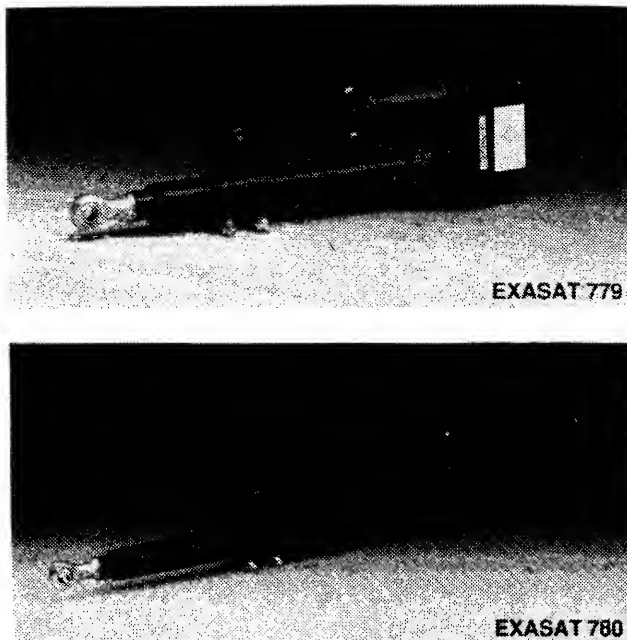
Obr. 27. Aktuátor ECHOSTAR, zdvih 12"

koncovými spínači ovládanými vačkou, aby se zabránilo vyšroubování nebo zatažení závítového pouzdra a havárii soustavy. Tah servomotorů je značný (řádově 1000 N). Zdvih je udáván v palcích (1" = 25,4 mm) a vyrábějí se různá provedení se zdvihem 5 až 24". Platí – pro velkou anténu a robustní polární závěs raději větší zdvih – při vhodné zvolené geometrii je pak namáhání motoru menší (obzvláště v krajních polohách) a neuplatní se tolik vůle systému. Nejběžnější a nejužitečnější jsou provedení se zdvihem 12" až 18", které vyhoví pro většinu polárních závěsů s anténami do 120 až 150 cm. Převodovka a soustrojí bývá někdy velice nekvalitní, např. v pouzdru z plastu, táhlo vystavené povětrnostním vlivům nemá u některých výrobků dokonalou povrchovou úpravu a kulové čepy a celý aktuátor nemají někdy dostatečnou tuhost nebo mají i vůli. Proto bych doporučoval volit jen známé a osvědčené výrobky, nejznámější jsou kvalitní a dostatečně robustní výrobky zn. ECHOSTAR (obr. 27, 28), prodávané pod různými názvy mnoha firmami (např. FUBA atd.).

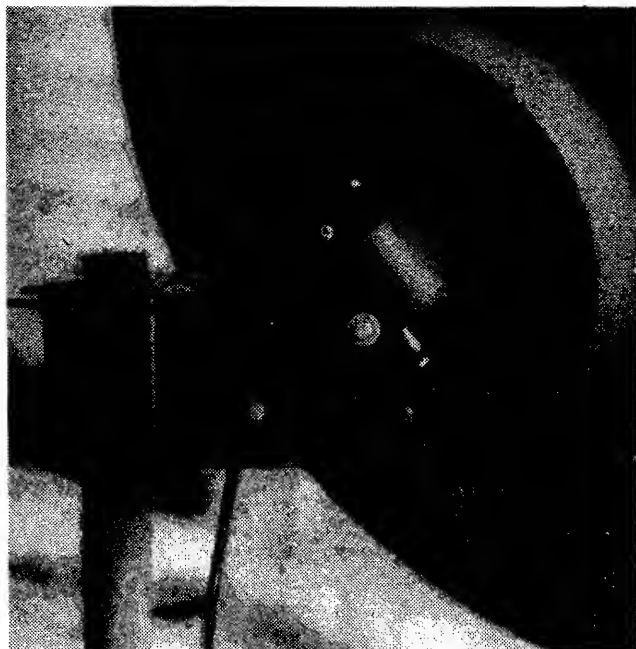
nými názvy mnoha firmami (např. FUBA atd.).

U aktuátoru je třeba nějakým způsobem podat zpětné hlášení posicionéru o okamžité poloze servomotoru. Starší provedení měla uvnitř převodovky vestavěn několikaotáčkový potenciometr, novější využívají přesnější a i jednodušší impulsní indikace. V převodovce je otočný několikapólový feritový magnet, otáčející se vedle jazýčkového (reed) kontaktu, známého z telefonních jazýčkových relé. Tento systém je osvědčený a spolehlivý. Některá provedení využívají optoelektronických závor nebo Hallova polovodičového prvku, reagujícího na magnetické pole. Nepřinášejí však podstatné výhody, nevýhodou může být nutnost napájet generátor impulsů po dalším vodiči – některé typy generují při zapnutí nebo vypnutí posicionéru ze sítě „falešný“ impuls, který se načítá a způsobuje nežádoucí chybu. Ta se postupně zvětšuje a je nutno více či méně často dodatečně korigovat polohu antény.

Celkový počet impulsů generova-



Obr. 28. Vnitřní provedení aktuátoru ECHOSTAR



Obr. 29. Polární závěs s vestavěným servomotorem ZPA. Závěs nese parabolu 120 cm

ných aktuátorem bývá okolo 1000 impulsů na celý zdvih, tedy při využití otáčení polárního závěsu v rozsahu 0 až 100° je dosažitelná přesnost okolo 0,1°, tedy přesnost vyhovující.

Vyskytují se i kompaktní uzavřená provedení polárních závěsů s vestavěným servomotorem. I u nás výrobce ZPA Jinonice (obr. 29) jeden čas podobný výrobek uvedl na trh, výroba již však byla ukončena (zřejmě pro malý zájem daný vyšší cenou). Výhodou těchto provedení je menší potřebný prostor a kompaktnost provedení, dále se v krajních polohách „nepřičí“ motor atd. Nevýhodou je menší přizpůsobitelnost k různým anténám a také vyšší ceny, u výrobku ZPA také vyšší hladina hluku při pohybu. Napájecí napětí pro vestavěné motory je stejnosměrné, jmenovitě 36 V, odběr bývá 0,5 až 3 A. Většina posicionérů však generuje menší napětí, okolo 24 V, i tak je však rychlost přesunu polárního závěsu dostatečná. Některé firmy využily praxe ve výrobě průmyslových robotů a dodávají motorové závěsy antén pracující podobně jako „ruka“ průmyslového robota. Tato provedení jsou řízena mikropočítačem jako jejich průmyslový vzor a jejich cena je posouvá do poloprofesionální oblasti a výš.

Posicionéry – jednotky pro ovládání servomotorů – aktuátorů se vyskytují v mnoha provedeních. V nejjednodušším provedení jde vlastně o zdroj stejnosměrného napětí 20 až 36 V s komutací polarit a spínačem. Slouží pro ruční ovládání motoru a pro nastavení antény „na obraz“ nebo podle napětí AGC (AVC). Výhodou je tedy alespoň to, že nemusíme chodit k anténě a nastavovat ji do požadované polohy ručně při současném pozorování měřidla AGC nebo obrazu na televizoru, což je značně nepohodlné a někdy i nemožné. Jako takový jednoduchý „posicionér“ může např. sloužit napáječ pro dětskou železnici nebo pro autodráhu. Zpětné impulsní či analogové hlášení je v tomto případě zbytečné, pozor však na správné nastavení koncových spínačů aktuátoru!

Dokonalější přístroje umožňují nastavit anténu do několika desítek poloh, označit jejich polohu číslem nebo názvem družice a opětovně nastavovat požadované polohy. Jsou to přístroje řízené obvykle zákaznickým integrovaným obvodem, mají i vlastní dálkové ovládání a lze je obvykle přímo propojit se satelitním přijímačem nebo ovládat společným dálkovým ovládáním jako přijímač. Některé přístroje jsou vybaveny funkcí AUTO-FOCUS, což zde znamená, že se anténa automaticky uvede

do polohy s největším signálem. Řídící veličinou je napětí AGC ze satelitního přijímače. Je užitečné, pokud tato funkce má určité úhlové vymezení, neboť jinak se stává, že posicionér dá povel k přestavení antény na jiný program s podobným nebo shodným kmitočtem ze sousední „silnější“ družice. Komfortně vybaven je např. přístroj MASPRO SAC-90, určený pro spolupráci s přijímači MASPRO.

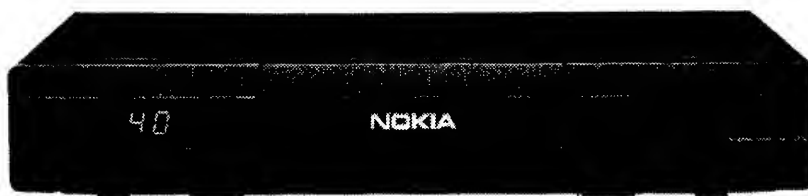
Pokud je závěs a pohon dostatečně přesně konstruován, není funkce AUTOFOCUS potřebná.

Některé posicionéry lze po ztrátě synchronizace polohy znovu automaticky nastavit na dané polohy družic využitím funkce elektrického dorazu – po přerušení napájení motoru při rozpojení, vypnutí koncového vačkového spínače. Tato poloha koncového vypnutí však není vačkou, která svým povrchem rozpojuje mikrosplínače, dostatečně přesně definována a proto tento „justážní běh“ většinou nastaví polohy družic nepřesně. Ruční přesné nastavení a uložení nové polohy „do paměti“ je pak stejně nezbytné.

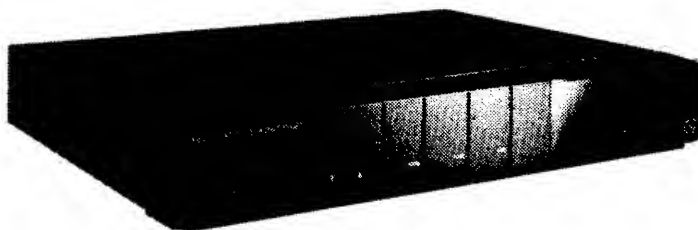
Ukázky moderních posicionérů jsou na obr. 30 a 31.

Často také bývá posicionér vestavěn přímo do satelitního přijímače a tvoří s ním kompaktní celek (obr. 32, 33). Taková soustava je velmi výhodná a nastavování i propojení soustavy se zjednoduší. Nevýhodou je poněkud větší okamžitá investice, což může být pro někoho rozhodujícím činitelem.

Nejllepší je připojovat aktuátor k posicionéru několikažilovým kabelem s jedním nebo několika stíněnými vodiči. Do



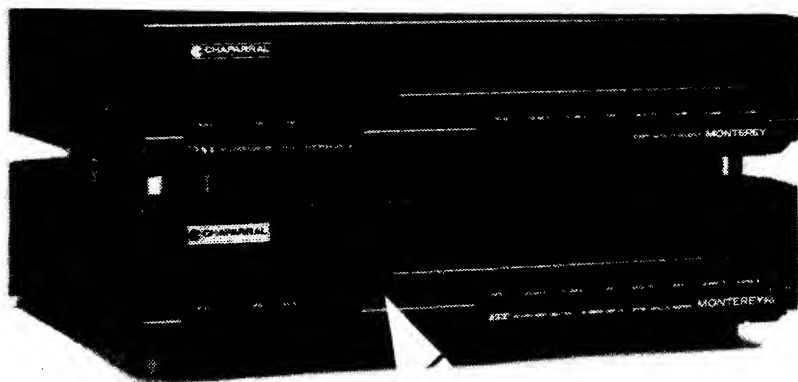
Obr. 30. Posicionér NOKIA ACU 5152



Obr. 31. Posicionér PACE MSP 990 pro přijímače PACE nové řady PSR 900/PSR 800



Obr. 32. Družicový přijímač KATHREIN s vestavěným posicionérem



Obr. 33. Přijímač Chaparral Monterey s vestavěným posicionérem

vedení od jazýčkového relé se mohou v případě dlouhých vodičů vedených vedle silnoproudých rozvodů dostávat rušivé impulsy, které mohou způsobovat změnu nastavené polohy antény. Přesto, že vedení je zakončeno malou impedancí a kontakt ošetřen proti záskritům, použít stíněný vodič na toto vedení není nikdy na závadu. Použijeme-li jako vedení k motoru také stíněné vodiče, zmenšíme značně rušení způsobené jiskřením inakomutátoru stejnosměrného motoru. Příklady k motoru musejí mít však odpovídající průřez, proud může dosahovat až 3 A a úbytky na vodičích zpomalují zbytečně rychlost motoru aktuátoru. Minimální doporučený průřez vodiče je okolo 0,75 mm².

Některé přijímače prodávané na našem trhu, k nimž nebyly dostupné posicionéry (nebo byly příliš drahé), lze doplnit amatérskou konstrukcí posicionéru. Pokud známe logiku ovládání a zapojení konektoru pro posicionér, není to práce příliš nákladná a časově náročná. Součástí konstrukční části tohoto AR jsou stavební návody na poši-

cionéry pro dosti rozšířené satelitní přijímače SALORA XLE 8901 a HINARI 4501.

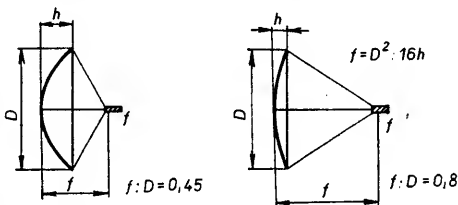
Ozařovač antény – FEEDHORN

Tato součást satelitního kompletu má za úkol optimálně „posbírat“ signál, odražený parabolickým reflektorem a impedančně ho přizpůsobit k následnému vlnovodu polarizátoru nebo konvertoru. Tato součást je tedy vlastní anténou nebo přesněji primárním zařízením, parabola slouží jen jako odrážecí a koncentrátor (soustřeďuje signál). Pro ozařovač se i u nás vžil název FEEDHORN, dále budič atd. Ozařovač je umístěn v ohnisku parabolického reflektoru a kolem jeho tvaru panuje dodnes jistá nejistota a rozpaky. Často se setkáváme s pojmem feedhorn jako s označením pro ofsetovou parabolu, pro kruhovou parabolu atd. Tato označení jsou poněkud nepřesná. Existují totiž parabolické antény (a to ať již kruhové – rotační, tak ofsetové) s různým tvarem – hloubkou zrcadel. Tento parametr je určen jako poměr f/D , tedy

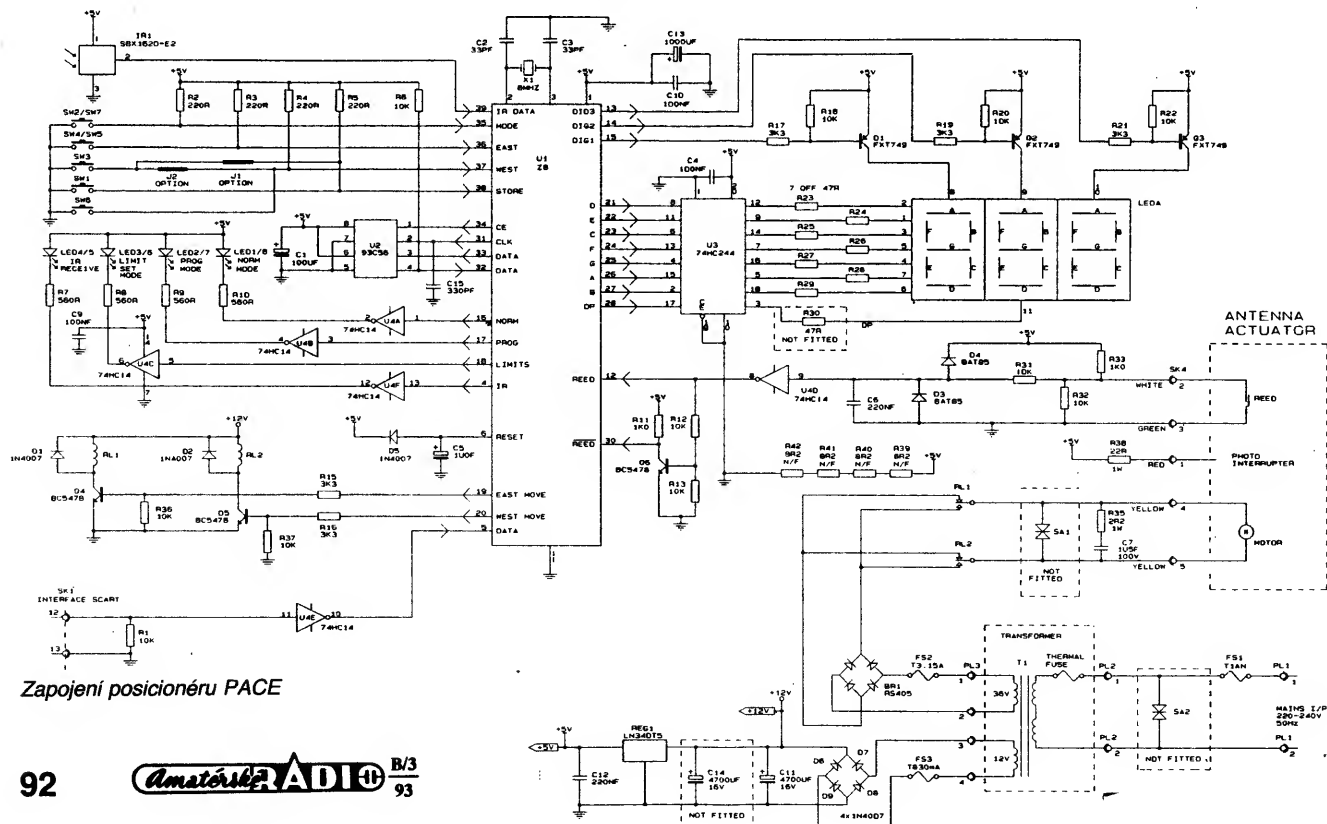
jako poměr ohniskové vzdálenosti k průměru zrcadla a je vlastně nepřímo úměrný potřebnému úhlu ozáření antény ozařovačem. Mělké antény mají tedy poměr f/D větší, hluboké menší. Běžné údaje pro rotační paraboly bývají $f/D = 0,3$ až $0,6$, ofsetové antény bývají mělčí a mají poměr f/D od $0,4$ do $0,8$. Správná definice feedhornu je tedy „ozařovač pro parabolu s poměrem $f/D = 0,4$ “ atd. (obr. 34).

V konstrukci ozařovačů a jejich přizpůsobení k parabolám jsou podle mne doposud největší rezervy v optimalizaci vnější jednotky. Za své praxe jsem viděl v různých prodejnách prodávat zcela nevhodné kombinace antén a konvertorů s ozařovači. Většinou se majitelé těchto prodávajících hájí tvrzením „ono to takhle na ASTRU chodí“. Ano, chodí, ale průměr paraboly by mohl být při použití optimálního ozařovače třeba poloviční, nebo by souprava mohla zpracovávat signál z mnoha dalších družic s menším výkonem.

U každého ozařovače či konvertoru s ozařovačem nebo polarizátorem s ozařovačem musí být uveden poměr f/D , pro který je tento výrobek určen. Také každá anténa musí mít v technických parametrech tento poměr uveden, aby bylo možno k ní vybrat nebo navrhnout vhodný ozařovač, a to buďto samostatný, nebo v kompletu s polarizátorem



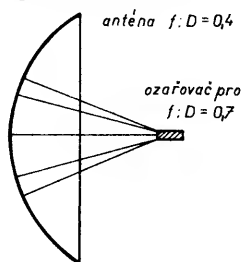
Obr. 34. Parabolické antény s poměrem $f/D = 0,3$ (hluboká) a $0,8$ (mělká) a úhlové poměry sestavy



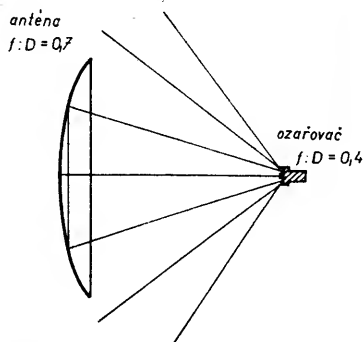
Zapojení posicionéru PACE

nebo konvertorem. Poměry f/D obou částí se musí blížit co nejvíce, lze připustit rozdíly 10 až 20 %.

Stalo se také dobrým zvykem, že solidní výrobci antén dodávají zároveň s anténou i ozařovač optimalizovaný pro tuto anténu. Jen při správně zvoleném ozařovači je možno dosáhnout optimální účinnosti vnější jednotky, naopak lze dobrou parabolu i konvertor nevhodným ozařovačem zcela „zabit“ a z paraboly např. o průměru 120 cm udělat parabolu s aktivní plochou poloviční. Takový nevhodný případ je ukázán na obr. 35 a 36.



Obr. 35. Anténa s nevhodně zvoleným ozařovačem – nevyužití plochy antény



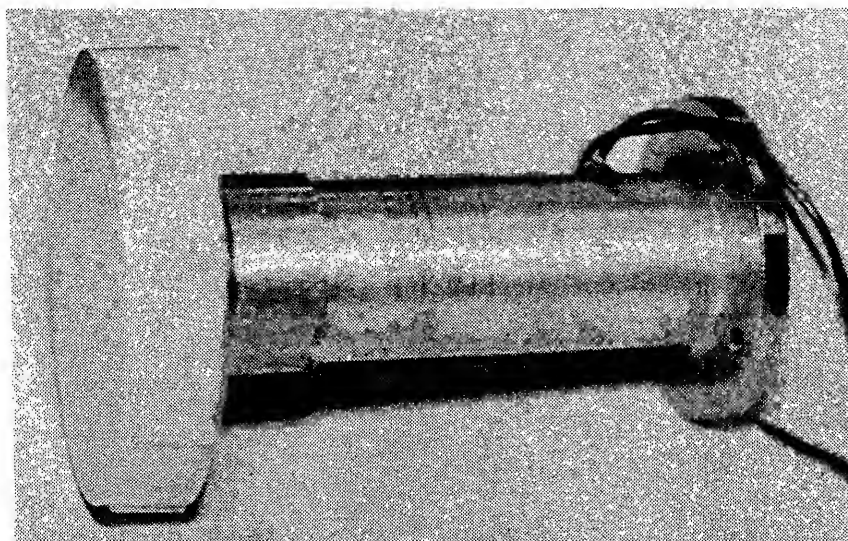
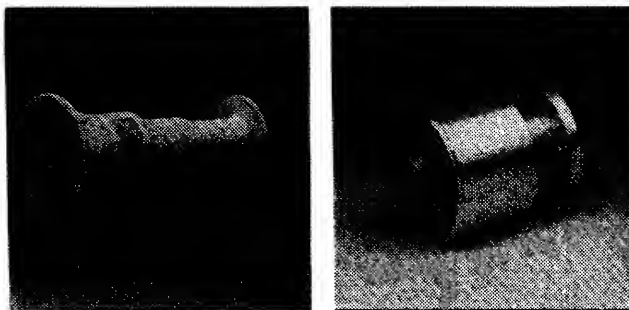
Obr. 36. Anténa s nevhodně zvoleným ozařovačem – přezářená

Různých provedení ozařovačů se vyskytuje na světovém trhu velké množství. V poslední době samostatně dodávané ozařovače poněkud ztrácejí na významu. U jednoduchých souprav pro příjem jen v jednom kmitočtovém pásmu a určených nejčastěji jen pro příjem jedné družice ASTRA světový trend směřuje k dodávkám konvertorů s vestavěným polarizátorem a ozařovačem v soupravě s příslušnou anténou. Příkladem mohou být např. velmi levné venkovní jednotky soupravy AMSTRAD s nedokonalé utěsněným konvertorem MARCONI.

Některé firmy dodávají i polarizátory s nastavitelným posuvným skalárním kruhem (tlumivkovým límcem) na ozařovači, jehož posuvem lze vyzařovací úhel optimálně nastavit pro daný poměr f/D použité paraboly v rozmezí asi od 0,32 do 0,4 (CHAPARRAL – USA). K těmto polarizátorům je přiložena měrka, podle které je možné soustavu optimálně nastavit. Čím je parabola mělkší a poměr f/D tedy větší, tím méně je konec vlnovodu předsažen nad skalární kroužek, až pro poměr f/D okolo 0,45 a větší dostává ozařovač zcela jiný tvar (obr. 37, 38).

Na trhu se vyskytují i ozařovače s dielektrickou anténou na konci ozařovače ve tvaru špičky z plastu (v optimálním

Obr. 37. Ozařovače pro různé poměry f/D (vlevo 0,7, vpravo 0,4)



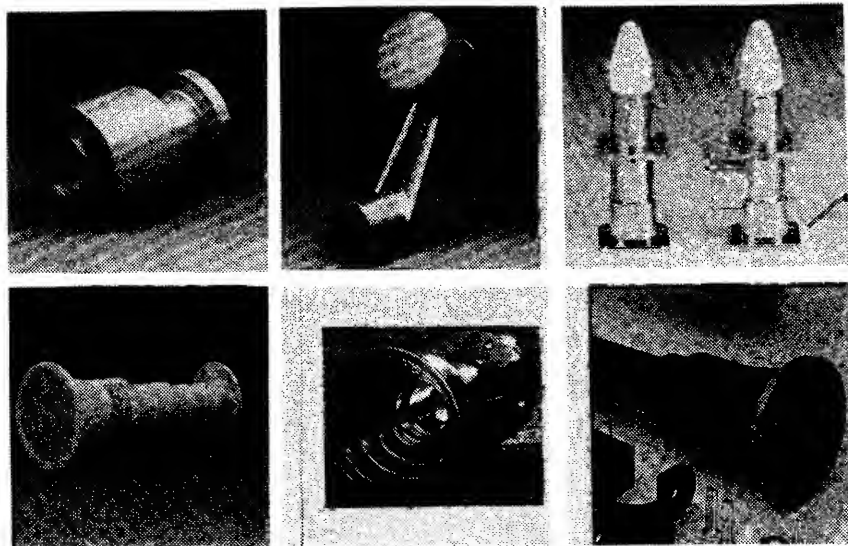
Obr. 38. Polarizátor s ozařovačem jako jeden celek

případě asi teflon, ale sériově vyráběná levná provedení jsem s teflonovou dielektrickou anténou ještě neviděl). Při svých obsáhlých a zdoluhavých testech jsem však zjistil, že tato provedení i při optimálním přizpůsobení vykazovala horší výsledky, než běžné ozařovače s tlumivkovým límcem.

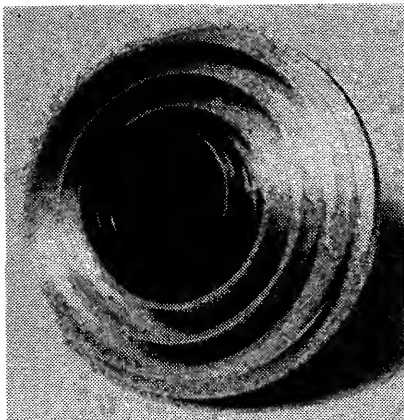
Výchozím materiálem pro výrobu ozařovačů jsou hliník a jeho slitiny, efektivní technologie výroby je tlakové přesné lití do kovových forem, případně ještě následné obrábění. Zkoušel jsem v dlouhodobém provozu i ozařovač z pokoveného plastu německé firmy STOG, ale po umístění na balkóně

v Praze asi po 6 měsících provozu původní lesklý kovový povlak téměř zmizel a vlastnosti ozařovače se podstatně zhoršily. Snad v jiné zemi či světadíle je podobný ozařovač použitelný, u nás možná po dodatečné dokonalé povrchové úpravě.

Důležitou vlastností ozařovače je také jeho vodotěsnost a hermetičnost, která musí zabránit vstupu vlhkosti a hmyzu do dalších částí vnější jednotky – polarizátoru a konvertoru. Kryt vstupního vlnovodu ozařovače musí být tedy vodotěsně zakryt víčkem z plastu s velkou propustností pro elektromagnetické vlny požadovaných kmitočtů



Obr. 39. Několik provedení různých ozařovačů pro paraboly s větším poměrem f/D – mělké, zpravidla ofsetové paraboly



Obr. 40. Provedení ozařovačů pro menší poměry f/D – hlubší, zpravidla rotační paraboly

a zároveň s velkou odolností proti atmosférickým vlivům a teplotě. Podmínkou je také malá smáčivost této hmoty. Všem těmto vlastnostem asi nejlépe vyhoví teflonová fólie, ale z cenových a technologických důvodů se používá zřídka. Běžnější jsou termoplastické hmoty různého druhu. Bohužel některé nevyhovují především nedostatečnou odolností proti tepelnému zatížení, kterému jsou víčka vystavena v období, kdy slunce je v zákrytu s přijímanou družicí a tepelné paprsky jsou parabolou odraženy do ohniska. Plastové víčko se pak propaluje nebo tepelně deformuje. Tato závada se projevuje obzvláště u parabol s lesklým povrchem.

Na výstupní straně je ozařovač zakončen normalizovanou přírubou, a to buďto typu R 120 s děrami o \varnothing 4 mm pro připevnění na vrcholu obdélníka, nebo C 120 s děrami na vrcholech čtverce. Některé ozařovače mají děr 8 pro univerzální použití. Ozařovač pro přímé připojení ke konvertoru pro příjem signálu jen jedné polarizace musí mít provedení transformaci z kruhového průměru na obdélníkovitý průřez vlnovodu konvertoru s minimálním činitelem stojatého vlnění a bez zbytečných ztrát. Dříve se transformace dosahovalo různými teflonovými vložkami, dnes se při výrobě ozařovačů přesným tlakovým odléváním využívá postupného plynulého nebo schodovitého přizpůsobení tvaru vlnovodů. Existují také přizpůsobovací mezikroužky, vkládané mezi příruby obou vlnovodů s různým profilem. Příklady různých provedení ozařovačů jsou na obr. 39 a 40.

Polarizátor

Nejprve bude nutno vysvětlit, proč je vlastně polarizátor do sestavy pro příjem družicových signálů zařazen. Vzhledem k omezené šířce kmitočtového pásma vysílače družice nelze použít dostatečné kmitočtové rozestupy televizních kanálů pro uvažovaný počet programů tak, aby nevznikalo rušení – interference sousedních transpondérů. Nabízí se řešení – použít sice menší

kmitočtový rozestup středních kmitočtů sousedních kanálů, ale vysílat je s polarizační diskriminací – každý sousední kanál bude mít opačnou polarizační rovinu či smysl. Tak by bylo možno teoreticky do daného pásma kmitočtů vložit dvojnásobný počet přenosových kanálů ve srovnání s vysíláním bez použití polarizačních vlastností vysílaných vln a zařízení k jejich zpracování. Prakticky se však dvojnásobného počtu kanálů nemůže využít – vlivem nedokonalostí přenosové cesty by prolínání opačně polarizovaných kanálů rušilo. Přesto se potřebné kmitočtové rozestupy kanálů při využití polarizačního principu podstatně zmenší a kapacita kmitočtového pásma, které je k dispozici, zvětší.

Na kmitočtech družicových spojů se používají dva druhy polarizační separace: pravoúhlá lineární a kruhová polarizace. V pásmech 10,95 až 11,7 a 12,5 až 12,75 GHz se používá obvykle lineární polarizace vertikální a horizontální. V pásmu DBS 11,7 až 12,5 GHz pak polarizace kruhová – levo- a pravotočivá. První případ znamená, že se z družice vysílá vlna ve dvou na sebe kolmých polarizačních rovinách, ve druhém případě je smysl rotace dvou elektrických vektorů pole opačný. Jako referenční roviny slouží vždy rovina rovníku a polarizační roviny vysílání jsou u družice velmi pečlivě stabilizovány. Přesto dochází při příjmu a na sestupné cestě (downlink) k nežádoucím pootočením polarizační roviny, a to především z těchto důvodů:

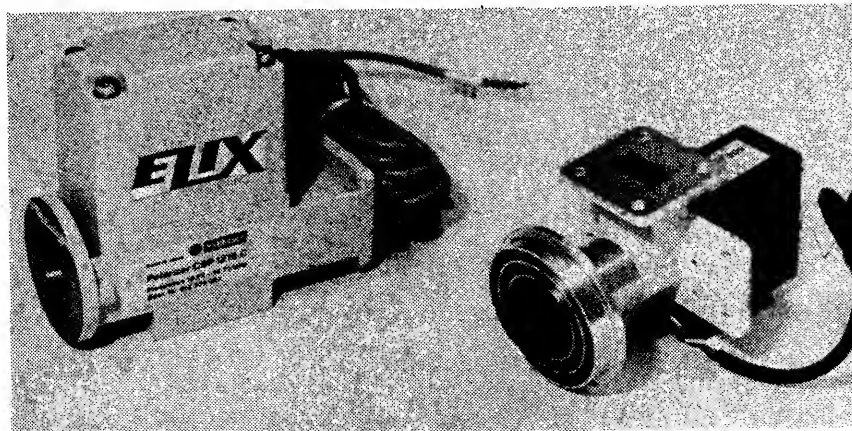
- anténa a její technologické provedení,
- srážky v atmosféře, intenzita a tvar kapek deště,
- Faradayův efekt – natáčení polarizační roviny ionosférou,
- nestabilita nastavení polarizátoru – tepelná a kmitočtová závislost.

Úkolem polarizátoru na přijímací straně je opačně polarizovanou vlnu sousedního kanálu co nejvíce potlačit a žádanou vybranou vlnu propustit bez útlumu a bez odrazů. Konvertory bez polarizátorů jsou schopné přijímat jen vlnu jedné lineární polarizace. Nejjednodušeji tedy lze vybírat polarizaci natočením konvertoru (a i ozařovače) o 90°. Taková řešení se také na počátcích satelitního příjmu objevovala a jsou to řešení elektricky výhodná

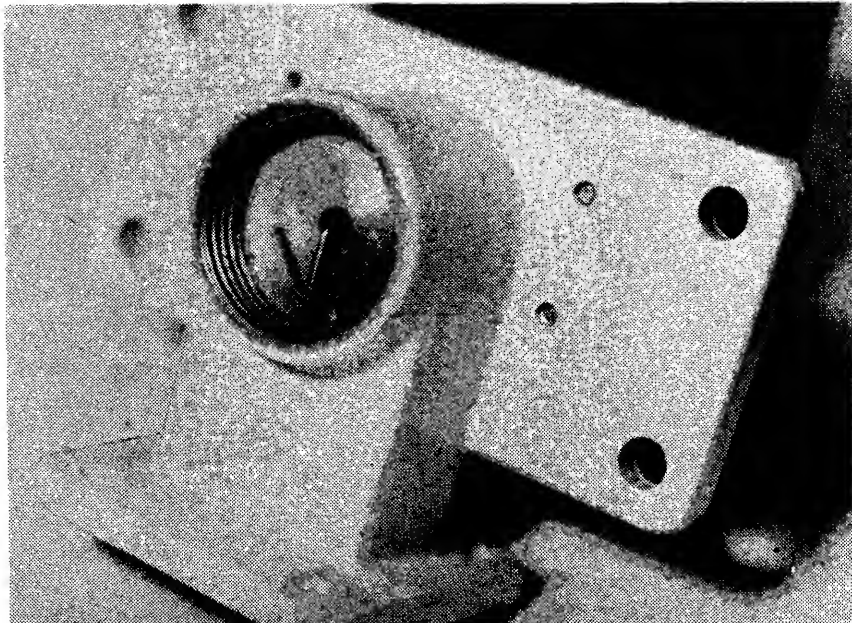
(malý útlum a velké potlačení opačné polarizace). Takové řešení v praxi vyžadovalo otočně umístit konvertor i s ozařovačem do ložiska a zajistit jeho přestavení do opačné (kolmé) roviny servomotorem. Pro otáčení se používala modelářská serva, motorky určené pro pohon grilů i lanovody s táhlem. Některé systémy fungují i přes nepříznivé klimatické podmínky a agresivní prostředí, ve kterém pracují, dodnes; většinou však již byly nahrazeny samostatnými polarizátory, a to ať již mechanickými, nebo magnetickými.

Mechanický polarizátor (polarizér) je zařízení z hlediska principu poměrně jednoduché. V přizpůsobovacím vlnovodu se otáčí tvarovaná anténa – dipól o 90°. Přijímá vlny právě v té polarizační rovině, na kterou je nastavena a ostatní potlačí. Přijmuté vlny jsou zavedeny do druhé části vlnovodu, oddělené přepážkou, a vedeny dále přímo do konvertoru. Anténkou otáčí servo – jde většinou o obdobu modelářského serva a stejný je i způsob napájení (ss napětí 5 V) a způsob řízení (úhel natočení serva je úměrný délce elektrických impulsů o amplitudě kolem 5 V, trvání pro jednu krajní polohu okolo 1 ms a pro druhou krajní polohu okolo 2 ms. Opakovací kmitočet je okolo 50 Hz).

Tyto polarizátory (obr. 41, 42) mají několik velkých předností před ostatními typy, proto se používají ve špičkových satelitních soupravách dodnes. Jsou to především velmi dobré potlačení signálů opačně polarizovaných (50 dB i více), jeho dobrá kmitočtová a teplotní stabilita a u kvalitních typů malý útlum a výhodný činitel stojatých vln. Nevýhodou je poměrně krátká doba života serva, a to především motorku a potenciometru pro zpětné hlášení polohy. Do některých typů polarizátorů vnikala vlhkost a způsobovala korozi a zamrzání pohonného mechanismu. Doba života polarizátorů bez nutné údržby nepřesáhla obvykle 2 až 3 roky (podle počtu přepnutí). Jelikož servo má konečnou rozlišovací schopnost závislou na počtu pólů elektromotoru, přesnosti mechanismu, zesílení zesilovače odchytky atd., u některých typů servo kmitalo a vydírala se odporová dráha potenciometru a opotřebovával se motor a převody. Proto se u některých přijímačů připojovalo napájecí na-



Obr. 41. Různá provedení mechanických polarizátorů



Obr. 42. Vnitřní konstrukce mechanického polarizátoru

pět (nebo řídicí impulsy) jen po dobu nutnou k přepnutí polarizace (CHAPARRAL, ECHOSTAR, UNIDEN). Tím se doba života serva podstatně prodloužila. Přesto v posledních několika letech byly tyto mechanické polarizátory přes nesporně výhodné elektrické vlastnosti nahrazeny výrobně levnějšími a spolehlivějšími polarizátory magnetickými, které pracují bez pohyblivých částí, případně jsou soupravy vybaveny konvertory s vestavěnými elektronickými polarizátory.

Magnetické polarizátory

Systém magnetického polarizátoru je založen na Faradayově principu – spočívá ve stáčení polarizační roviny ve vlnovodu kruhového průřezu, do kterého je vložen feritový váleček – jehla, stejnosměrně magnetizovaný budicí cívkou, jejíž osa je shodná s osou vlnovodu. Cívka je napájena stejnosměrným proudem o řízené velikosti – přímo úměrný tomuto proudu je úhel odklonu polarizační roviny. Tento polarizátor má výhodu v tom, že pracuje zcela bez pohyblivých částí a doba života tedy není prakticky omezena (pokud se k pájení konců cívky a k impregnaci vinutí ve výrobě nepoužijí agresivní prostředky – viz polarizátory tuzemské výroby). Nevýhody běžných typů magnetických polarizátorů jsou však v podstatě menším oddělení obou polarizačních rovin (okolo 20 dB i méně), které může způsobit těžko vysvětlitelné drop-outy při příjmu silných družic s mnoha obsazenými kmitočtově blízkými transpondéry v opačných rovinách. Další nevýhodou je výrazná kmitočtová závislost natočení polarizační roviny při konstantním budicím proudu. U některých přijímačů (NOKIA – SALORA XLE 8901) se v obvodu pro regulaci proudu polarizátoru porovnává ladící napětí varikapů tuneru a tím se proud pro polarizátor zmenšuje při vyšším kmitočtu. Toto řešení může však vyhovět jen pro určitý typ polarizátoru – kmitočtová závislost jednotlivých

typů a někdy i kusů je různá. U méně kvalitních typů polarizátorů se také projevuje teplotní závislost natočení polarizační roviny a zbytkový magnetismus feritové jehly a okolí. V některých typech konvertorů (SHARP, NJR) je přímo vestavěn magnetický polarizátor spolu s příslušným obvodem regulace a přepínání proudu. Vestavěný polarizátor má malou kmitočtovou závislost a nezpůsobuje při příjmu žádné problémy (obr. 43).

Magnetické polarizátory vyžadují na rozdíl od mechanických jednoduché buzení stejnosměrným proudem, který však musí být přesně nastaven a stabilizován pro každý přijímaný kmitočet zvlášť. Je tedy vhodné a při včasném příjmu nezbytně nutné, aby přijímač měl možnost individuálně „uložit“ údaj magnetizačního proudu pro každé programové místo zvlášť. I pak je však

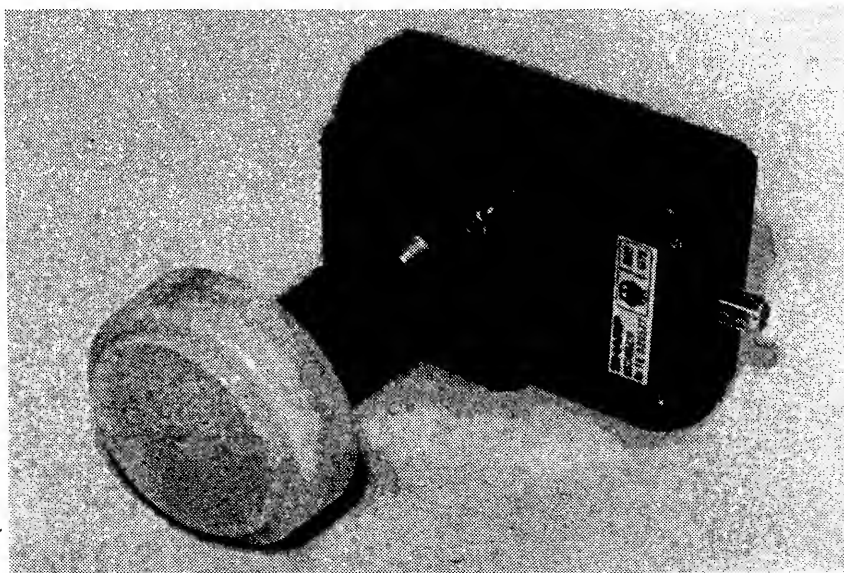
někdy nutné, zvlášť při příjmu v pásmu 12,5 GHz, občas ovládacím prvkem na přijímači (SKEW) proud nastavit na optimální velikost.

V tabulce uvádím naměřený potřebný proud pro odklon roviny o 90° pro běžný kvalitní magnetický polarizátor HIRSCHMANN CSP 1210E.

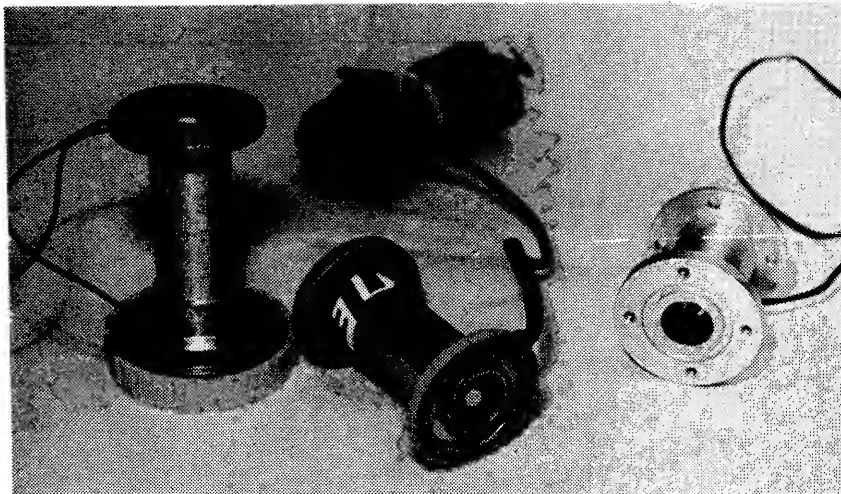
Kmitočtová závislost proudu pro natočení polarizační roviny o 90° u magnetického polarizátoru

Kmitočet [GHz]	Proud pro natočení polarizace o 90° [mA]
10,95	52
11,70	35
12,00	30
12,50	25
12,70	21

Stejný odpor budicích cívek magnetických polarizátorů bývá asi 50 až 120 Ω a potřebný budicí proud asi 10 až 150 mA podle přijímaného kmitočtu. Pokud to přijímač umožní, je výhodné nepoužívat proud jen jedné polarity, např. 0 a 100 mA, ale konvertor namontovat pootočený o 45° od roviny polární dráhy a využívat obou směrů odklonu polarizační roviny podle polarity proudu a proud řídit v rozmezí např. +50 mA až -50 mA. Zmenší se tak ohřev polarizátoru a odpadnou potíže se zbytkovým magnetismem feritu a okolí. Téměř všechny současně vyráběné přijímače jsou výstupy pro připojení magnetického polarizátoru (obr. 44) vybaveny, pokud se nepředpokládá, že se bude připojovat jen konvertor s vestavěným polarizátorem, u něhož je přepnutí polarizace vyřešeno přepínáním napájecího napětí. Některé starší přijímače měly výstupy pouze pro polarizátory mechanické, proto výrobci magnetických polarizátorů vyrábějí elektronické přizpůsobovací obvody – interface, které převádějí šířku impulsu pro řízení mechanického



Obr. 43. Konvertor s vestavěným magnetickým polarizátorem



Obr. 44. Některé druhy magnetických polarizátorů

kého polarizátoru na stejnosměrný stabilizovaný proud. Některé tyto přizpůsobovací členy byly zajímavé tím, že si „zapamatovaly“ poslední velikost proudu při odpojení řídicích impulsů. To je důležité, pokud je přijímač vybaven odpojováním těchto impulsů po určitém čase (starší přijímače UNIDEN UST 7007).

Při stále se zvětšujícím počtu programů a především s nástupem nových družic řady TELECOM 2, které vysílají velmi zajímavé pořady v pásmu 12,5 GHz s využitím obou polarizačních rovin, se více projevují negativní vlastnosti magnetických polarizátorů při vícepásmovém příjmu. Lze je obejít použitím dvou konvertorů s vestavěnými elektronickými polarizátory pro pásma 11 a 12,5 GHz, umístěnými poblíž skutečného ohniska otočné antény (multifokální příjem) s použitím přijímač se dvěma vstupy. Konvertory pro pásmo 12,5 GHz s vestavěným polarizátorem nejsou však zatím běžně dostupné a ne každý dovede zařízením pro multifokální příjem realizovat. Pokud však chceme použít dvoupásmový konvertor, je vhodné k němu přiřadit kvalitní mechanický polarizátor s dobrým oddělením obou polarizačních rovin. Potíž je ovšem v tom, že moderní přijímače výstu-

py pro řízení mechanických polarizátorů již nemají – výjimkou jsou samozřejmě poloprofesionální, poměrně drahé přístroje (např. CHAPARRAL MONTEREY a ECHOSTAR SR 6500). Proto v konstrukční části přináším stavební návod na přizpůsobovací obvod pro řízení mechanických polarizátorů přijímači, které mají výstup jen pro magnetické typy. Byl použit pro nový velice kvalitní přijímač NOKIA 2202 PAL/D2-MAC, lze ho však přizpůsobit i pro přístroje ostatní.

Polarizátory pro kruhovou (cirkulační) polarizaci

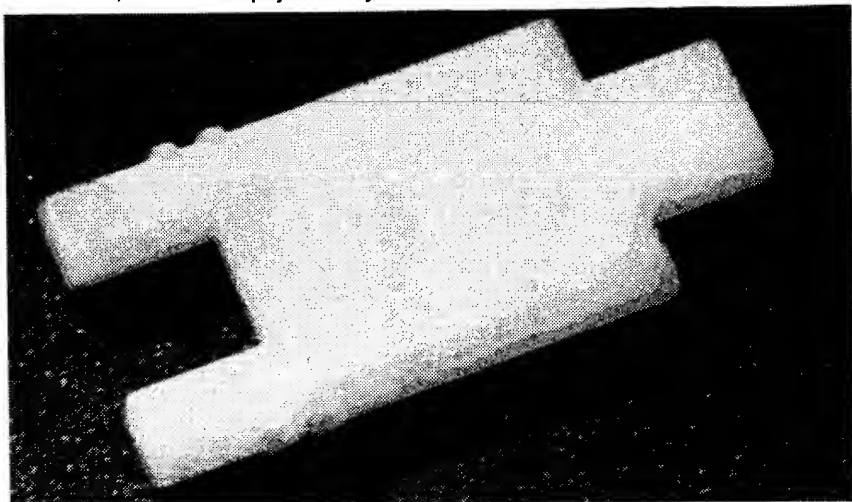
Družice vysílající v pásmu 11,7 až 12,5 GHz používají jiný způsob oddělení vysílacích rovin – kruhovou levo a pravotočivou polarizaci. Takové vlny lze jednoduše převést na lineární využitím fázového posuvu dielektrikem, vloženým do vlnovodu (obr. 45, 46). Používá se dielektrická (polyetylenová nebo teflonová) destička určité délky, předřazená normálnímu polarizátoru. V destičce vzniká fázový posuv a jejím otočením o 90° lze vybrat požadovaný směr kruhové polarizace, nebo k výběru použít následující běžný polarizátor. Vzhledem k tomu, že družice v tomto pásmu vysílají velkým výkonem, lze zatím při-

pustit příjem některých programů, které se vzájemně neruší, zařízením bez polarizátoru nebo s běžným polarizátorem pro lineární polarizaci, který ovšem nemá potom žádný vliv na oddělení polarizačních rovin. Úbytek signálu je bohatě vyvážen větším výkonem družicového transpondéru, problémy však mohou nastat rušením kmitočtově blízkým sousedním transpondérem, pracujícím v opačné rovině. Pro příjem v tomto pásmu se musí použít přijímač vybavený dekodérem D2-MAC, protože téměř všechny programy jsou v tomto pásmu vysílány v uvedené televizní normě.

Polarizační výhybky (OMT)

Jedná se vlastně o dvojité rozvětvené vlnovody, do jehož každé větve je směřován jen signál jedné lineární polarizace (obr. 47). Uplatňují se především při konstrukci rozvodů, určených pro skupinový příjem satelitních programů, u nichž je nutné současně přijímat programy obou polarizací. O jejich amatérskou stavbu se u nás pokoušelo několik konstruktérů, výsledek však nesplnil očekávání. Na výhybku jsou totiž kladeny velké požadavky – malý a pokud možno shodný útlum obou větví, velká izolační schopnost a široké přenášené pásmo s malým činitelem stojatého vlnění. Výhybky konstruované pro profesionální použití jsou značně technologicky složité a individuálně dolaďované. V poslední době byly při realizaci společných rozvodů vytlačeny konvertory, které mají ve vstupním kruhovém vlnovodu dvě sondy – antény a obsahují v jednom pouzdře dva nezávislé konvertory (tzv. konvertor V+H).

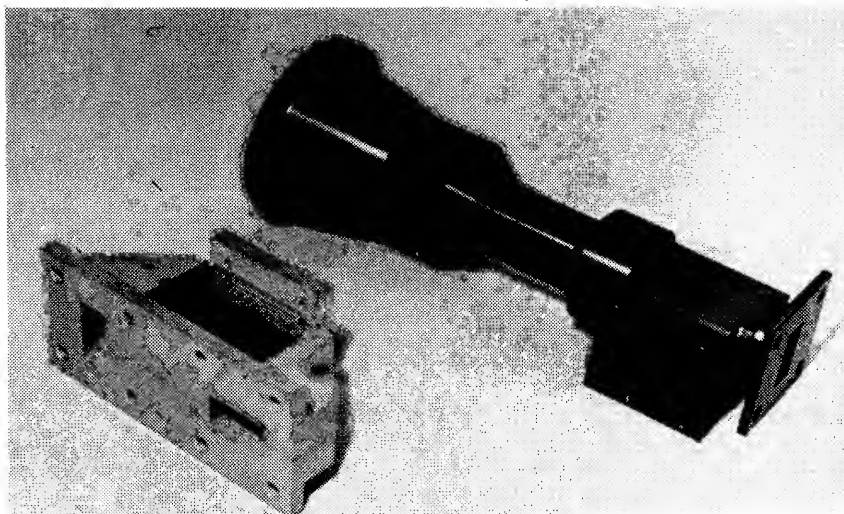
Přesto se zmíním o zajímavém použití těchto výhybek. Pokud se podaří sehnat kvalitní polarizační výhybku, která je schopna pracovat v pásmu od 10,95 do 12,75 GHz, lze ji použít jako kmitočtovou výhybku pro příjem dvěma konvertory v pásmech 11 a 12,5 GHz, případně i ve spojení s dvoupásmovým konvertorem, kombinovaným s polarizátorem pro příjem obou módů polarizace a konvertorem pro pásmo 12 GHz pro příjem ve všech pásmech. Podmínkou však je, že této výhybce bude předřazen polarizátor s kruhovým (C120) výstupním otvorem. Použitý satelitní přijímač musí umět ovládat magnetický polarizátor a mít dva vstupy. Schéma takové soupravy je na obr. 48.



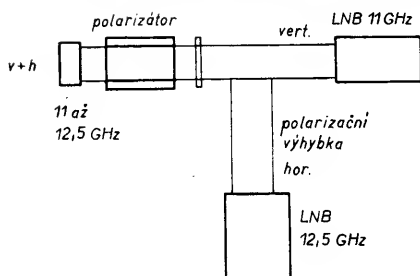
Obr. 45. Dielektrická destička pro převod kruhové polarizace na lineární



Obr. 46. Depolarizátor – zařízení pro převod kruhové polarizace na lineární



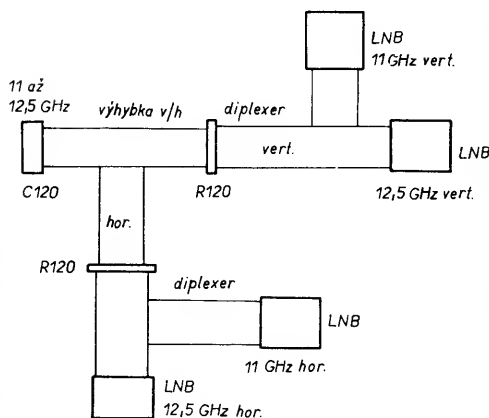
Obr. 47. Polarizační výhybky různých druhů



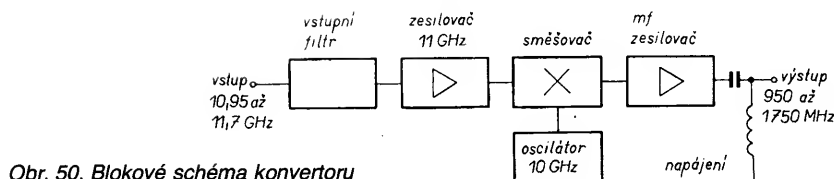
Obr. 48. Schéma soupravy pro vícepásmový příjem při použití polarizační výhybky

Frekvenční výhybky (DIPLEXERY)

Tyto výhybky slouží k rozdělení kmitočtového pásma z jednoho ozařovače do dvou konvertorů, a to vždy jen v pásmu 11 a 12,5 GHz, neboť při příjmu pásem např. 11 a 12 GHz není mezi nimi žádná kmitočtová mezera a výhybku by nebylo možno s malým zvlněním přenosové charakteristiky realizovat. Kvalitní kmitočtové výhybky jsou velmi drahé a jejich využití je snad jen při profesionálním skupinovém příjmu vícepásmových družic v pásmech 11 a 12,5 GHz (např. KOPERNIKUS); u nich je nutno při příjmu všech programů z této družice ještě na každý výstup kmitočtové výhybky zařadit výhybku polarizační nebo dvojitý konvertor V+H pro dané pásmo. Schéma takové soustavy pro úplný příjem družice KOPERNIKUS je na obr. 49.



Obr. 49. Schéma vnější jednotky pro vícepásmový skupinový příjem



Obr. 50. Blokové schéma konvertoru

Konvertory

Konvertor je vlastně první elektronická aktivní část v sestavě pro družicový příjem. V zahraniční literatuře bývá nazývána LNA (LOW NOISE AMPLIFIER), LNB (L.N. BLOCK), LNC (L.N. CONVERTER), DOWN-CONVERTER atd. Chtěl bych upozornit, že jde o jednu a tutéž součástku. Často se nám totiž v prodejnách stává, že zákazníci vyžadují konvertory LNA, neboť LNB a dokonce LNC jsou prý horší. To je pochopitelně nesmysl, pramenící pouze z neinformovanosti zákazníka.

Jak již zahraniční název napovídá, jedná se o konvertor a zesilovač, u nichž rozhodujícím parametrem bude šum vstupních tranzistorů. Blokové schéma konvertoru je na obr. 50.

Vstupní signál od polarizátoru se přivádí do vstupního vlnovodu konvertoru a odsud anténkou, umístěnou v optimálním místě vlnovodu, na vstupní zesilovač. Rozměr vstupního vlnovodu konvertoru se již dávno ustálil v pásmu Ku na typu vlnovodu R 120, což je $9,5 \times 19$ mm a příruba má také normalizovanou rozteč upevňovacích děr se závitem M4. Proto jsou všechny konvertory pro pásma 11, 12 i 12,5 GHz mechanicky bez úprav záměnné.

Některé novější konvertory mají na vstupu vlnovodu zařazenu mikrovlnnou pásmovou propust. Splňují tím požadavek větší odolnosti proti rušivým signálům mimo družicové kanály (radiolokátory atd.) a filtr také zmenšuje zpětné vyzařování oscilátoru do vstupního vlnovodu konvertoru. Tyto filtry však poněkud zeslabují vstupní signál i v užitečném pásmu a pokud má konvertor vstupní filtr odnímatelný a není v daném místě potřebný, doporučuji ho demontovat. U dvoupásmového konvertoru Fuba DEK 891 F přinesla demontáž filtru zlepšení, odpovídající asi 0,15 dB šumového čísla konvertoru. Při blízkos-

ti letišť a jiných objektů, kolem nichž se vyskytují radiolokátory, lze filtr na konvertor dodatečně namontovat. Dodává se i samostatně (např. Fuba DAF761, 764) pro pásmo 11 i 12,5 GHz.

Vstupní zesilovač je tvořen několika galiumarsenidovými tranzistory, dnes převážně vyráběnými technologií HEMT – (HIGH ELEKTRON MOBILITY TRANSISTOR) a označení této technologie bývá na konvertorech uvedeno. Nejedná se tedy o nějakou firmu nebo o typ konvertoru, ale o technologii. Tato technologie umožňuje dosáhnout vysokého mezního kmitočtu tranzistorů a malého šumového čísla při používání kmitočtech.

Základním ukazatelem kvality konvertoru je šumové číslo. Udává se v dB a čím se šumové číslo menší, tím je konvertor kvalitnější a velikost antény pro požadovanou jakost příjmu může

být menší. Příliš velké šumové číslo konvertoru nebo malý zisk antény, případně špatný polarizátor nebo nepřizpůsobený ozařovač k anténě způsobují rušivé výpadky signálu, nazývané DROP – OUTY, SPIXY či rybičky. Šumové číslo, popř. jeho závislost na kmitočtu bývá udána na měřicím protokolu, který je přiložen k některým kvalitním konvertorům. Masově vyráběné levné konvertory mají šumové číslo udáno jen typově, obvykle jako typickou a maximální velikost. Při nákupu konvertoru, který nemá přiložen měřicí protokol, si vyžádejte katalogový list – technický popis výrobce daného typu konvertoru, kde je udán i zaručený rozptyl šumového čísla. Stává se například, že známé levné konvertory SHARP BSCH 86 K 70 s polarizátorem, které mají šumové číslo udáno pouze v katalogovém listě (a je max. 1,5 dB), jsou po překupu od dovozce prodávány jako konvertory 1,3 dB max., po dalších překupech i třeba jako 0,9 dB atd.

U konvertorů pro pásma nižší (2,5 GHz a 4 GHz) se neudává šumové číslo, ale šumová teplota konvertoru v K (kelvinech).

Při uvádění šumového čísla je třeba také uvažovat, jedná-li se o konvertor s vestavěným polarizátorem či bez něho. Mnohem výhodnější je kvalitní konvertor s vestavěným polarizátorem s celkovým šumovým číslem 1,2 dB, než zbytečně drahý konvertor bez polarizátoru se šumovým číslem 0,8 dB, kterému předřadíme špatný polarizátor dělaný poloamatérsky (např. prodáváný za 350 Kč) s ozařovačem neodpovídajícím tvaru paraboly.

Vliv šumového čísla konvertoru na potřebný průměr antény je uveden v ta-

bulce na obr. 52 v závislosti na vyzářeném výkonu družice.

Obr. 52. Údaje o potřebném průměru paraboly v závislosti na vyzářeném výkonu družice EIRP a šumového čísla konvertoru.

Průměr parabolické antény [m] při			
výkonu EIRP [dBWm]	šumovém čísle konvertoru 0,9 dB typ.	1,1 dB typ.	1,4 dB typ.
38	1,8	2,2	2,4
42	1,2	1,4	1,6
46	0,9	1,0	1,2
50	0,6	0,65	0,7
54	0,5	0,55	0,6
58	0,35	0,38	0,45
62	0,3	0,32	0,35

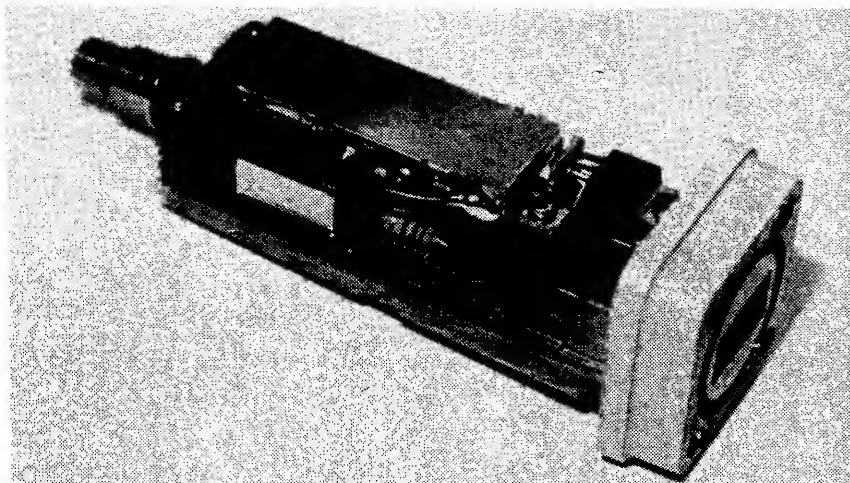
Tabulka platí pro konvertor bez polarizátoru a pro ozařovač s běžnou účinností okolo 55 %.

Vnitřní provedení konvertorů

Vstupní zesilovač konvertoru je realizován na jedné desce s plošnými spoji z více či méně kvalitního materiálu technologií mikropáskových vedení (obr. 53). Na téže desce jsou realizovány obvykle i směšovač a oscilátor, opět konstruované mikrovlnnou technologií. Kmitočet oscilátoru je u konvertorů pro pásmo 10,95 až 11,7 GHz normalizován na 10 GHz a je stabilizován dielektrickým rezonátorem – kuličkou či válečkem z materiálu YIG. V malých mezích lze jeho kmitočet nastavit seřizovacím šroubem na krytu oscilátoru. Výsledkem směšování je tedy rozdílový mezifrekvenční signál o kmitočtu 950 až 1700 MHz. Součtový signál v pásmu 21 GHz se pochopitelně snadno odfiltruje.

Mezifrekvenční signál se přivádí na mf zesilovač, který je u většiny konvertorů realizován na druhé desce s plošnými spoji. Mezifrekvenční zesilovač určuje zisk konvertorů, což je druhý parametr, který bývá u konvertorů individuálně certifikován. Čím větší je zisk konvertoru, tím delší kabel můžeme od konvertoru k přijímači použít. Technologie mf zesilovače je již podobná konstrukci např. anténních zesilovačů pro IV. a V. TV pásmo a tedy pro běžného amatéra přístupnější. Zesilovač bývá obvykle tří až čtyřstupňový a je osazen celkem běžnými tranzistory UHF v provedení SMD. I téměř všechny ostatní součástky celého konvertoru bývají v provedení SMD.

Součástí konvertoru jsou také napájecí obvody. Všechny konvertory jsou napájeny po kabelu, napájecí napětí bývá od 13 do 24 V a konvertor musí při tomto napájení pracovat. Proto v pouzdře konvertoru je běžný stabilizátor

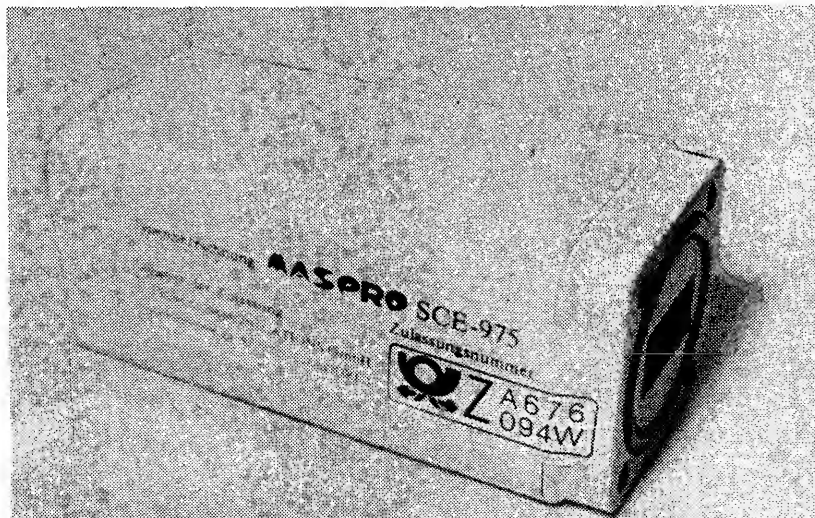


Obr. 53. Vstupní zesilovač konvertoru 11 GHz s tranzistory HEMT

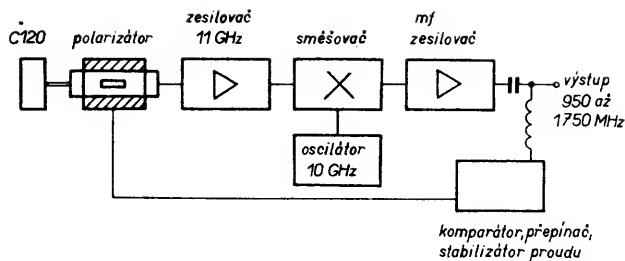
řady 78, obvykle typ 7810 nebo 7809, přes který jsou napájeny další obvody. Stabilizátor je chlazen pouzdrum konvertoru. Jelikož vstupní tranzistory GaAs vyžadují záporné předpětí řídicích elektrod, je součástí napájecích obvodů také invertor s měničem na napětí okolo -5 V. Ten je obvykle konstruován jako oscilátor s integrovaným obvodem, např. NE555 nebo s CMOS 4049 nebo 4011 atd. a s usměrňovačem s případnou další stabilizací. Odebíraný proud běžných konvertorů je asi 80 až 180 mA.

Konvertory se vyrábějí pro rozsahy vstupních kmitočtů 10,95 až 11,7 GHz (pásmo ASTRA) s oscilátorovým kmitočtem 10 GHz, dále pro pásma 11,7 až 12,5 GHz (pásmo DBS) s oscilátorovým kmitočtem 10,75 GHz a pro pásmo 12,5 až 12,75 GHz s kmitočtem buď 11,450 nebo 11,00 GHz, příp. 10,995 GHz atd. Výsledkem je tedy mf signál s kmitočtem vždy v rozpětí 950 až 1750 MHz.

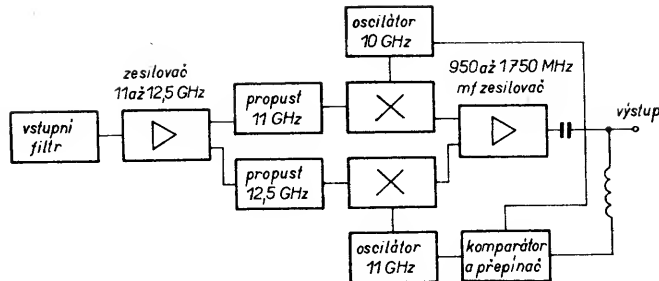
Zákazníci často vyžadují soupravu pro příjem družice ASTRA s družicovým přijímačem s rozsahem vstupního tune-



Obr. 54. Konvertor bez vestavěného polarizátoru



Obr. 55. Blokové schéma konvertoru s vestavěným magnetickým polarizátorem



Obr. 57. Blokové schéma dvoupásmového konvertoru

ru do 2050 MHz (i výš). Položím-li jim otázku proč, vlastně ani nevědí. Proto tento problém objasním:

Konvertory nemají horní rozsah kmitočtu strmě omezený, samozřejmě mohou přijímat a zpracovat i signály kmitočtů, ležících nad hranicí např. 11,7 GHz u prvního typu konvertorů. Někteří výrobci satelitních přijímačů vyrábějí přijímače s rozšířeným vstupním kmitočtem až do 2000 MHz, příp. do 2050 MHz nebo až do 2100 MHz (PACE). Takovým přijímačem ve spojení s konvertorem prvního typu lze tedy přijímat signály nejenom pásma 10,95 až 11,7 GHz, ale horní konec se posune až ke hranici 12,1 GHz, tedy do pásma DBS, kde je v tomto intervalu 11,7 až 12,1 GHz vysíláno několik programů družicemi DBS na 19°W, všechny však mají kruhovou polarizaci a jsou vysílány v normě D2-MAC. Přijímač tedy musí být vybaven dekodérem D2-MAC a vnější jednotka musí být schopna v okamžiku přechodu na pásmo DBS (tedy při přeladění přijímače nad 1750 MHz) zpracovat i kruhový mód polarizace. Jen málo souprav této podmínce vyhovuje a na našem trhu se vyskytují jen ve vybraných prodejnách špičkových satelitních zařízení. Je zřejmé, že výhoda rozšířeného kmitočtového rozsahu přijímače se projeví jen u systému s otočnou parabolou. Další důvod (a u většiny přijímačů hlavní), proč se přijímače s rozšířeným vstupním rozsahem konstruují, je možnost použít přijímače pro skupinový jednovodičový rozvod družice ASTRA, o tom však až dále.

Konvertory s vestavěným polarizátorem

Většina jednopásmových konvertorů se dnes konstruuje v provedení s vestavěným polarizátorem, případně i ozařovačem (obr. 55, 56). Polarizátory mohou být typy buď magnetické (a konvertor má tedy vestavěny i příslušné obvody pro stabilizaci a reverzaci proudu), nebo má konvertor ve vstupním vlnovodu dvě antény pootočené o 90° (a přepíná signály z těchto antén). V nejjednodušším a nejlevnějším provedení jsou antény vytvořeny přímo na desce s plošnými spoji vstupního zesilovače. U hodnotnějších kvalitních konvertorů jsou vstupní antény realizovány vždy přímo uvnitř vstupního vlnovodu a „utěsněny“ i izolovány kvalitním izolačním materiálem. Jednotlivé polarizační roviny těchto konvertorů (bývají nazývány konvertory H/V nebo DUAL POLARITY, příp. konvertory typu MARCONI) se přepínají změnou napájecího napětí: Pro příjem ve vertikální rovině je potřebné napájecí napětí 13 až 14 V, pro horizontální rovinu 17 až 18 V; záleží samozřejmě na orientaci konvertoru v držáku.

Vícepásmové konvertory

Kromě konvertorů jednopásmových se vyrábějí i konvertory určené pro příjem ve dvou kmitočtových pásmech, např. 11 a 12,5 GHz nebo méně často 11 a 12 GHz (tzv. konvertory DUAL BAND, obr. 57). Obsahují dva samostatné oscilátory, které se přiřazují změnou napájecího napětí konvertoru (obvykle 13 až 14 V) pro dolní nebo pro

horní pásmo (17 až 18 V). Tyto konvertory nacházejí stále větší uplatnění díky nástupu družic nové řady TELECOM 2 a tedy stále se zvětšujícímu počtu programů v pásmu 12,5 GHz. Těmto konvertorům musí být přiřazen tedy externí polarizátor, neboť změna napájecího napětí je využita k přepínání pásma. Typickým představitelem kvalitního dvoupásmového konvertoru je typ FUBA DEK 891, pocházející z Japonska – výrobcem je firma SPC, obr. 58. Před časem vyráběné dvoupásmové konvertory s vestavěným polarizátorem využívaly k přepínání polarizace střídavé napětí okolo 1 V/200 Hz, superponované na napájecí napětí, ale tento typ konvertorů se nerozšířil.

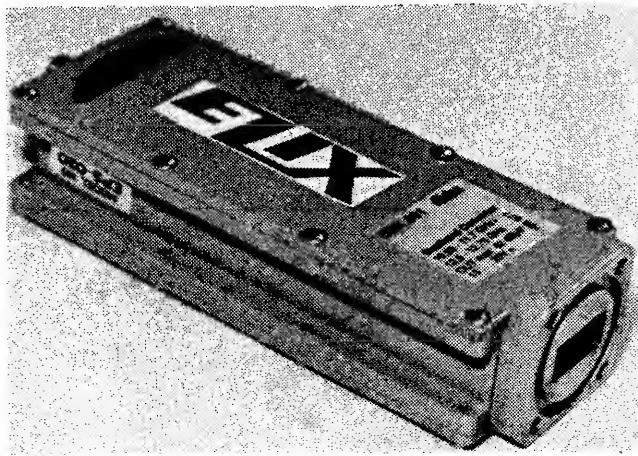
Konvertory „třípásmové“ jsou vlastně konvertory dvoupásmové s kmitočty oscilátorů 10 a 11 GHz (nebo 10 a 10,995 GHz), které ve spojení s přijímačem s kmitočtovým rozsahem rozšířeným do 2000 MHz (nebo více) obsahují s přesahem celé pásmo družicové televize 10,95 až 12,75 GHz (např. typ SHARP 1112); vyžadují však doplnit patřičnou polarizační soustavu pro příjem obou módů polarizace a nemají smysl, pokud není přijímač schopen zpracovat signály v normě D2-MAC.

Zvláštní druhy konvertorů

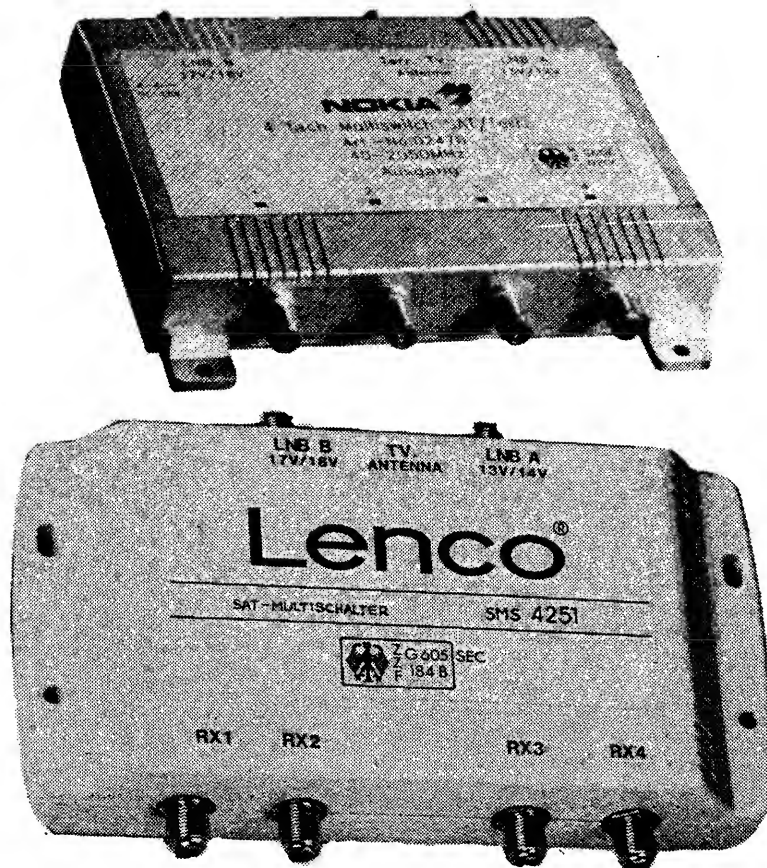
Pro účely skupinového příjmu se vyrábějí konvertory, které obsahují dva zcela nezávislé systémy pro příjem v obou rovinách polarizace (V+H) a mají ve vstupním kruhovém vlnovodu dvě antény pootočené o 90°, podobně jako konvertory V/H. Mají však dva sa-



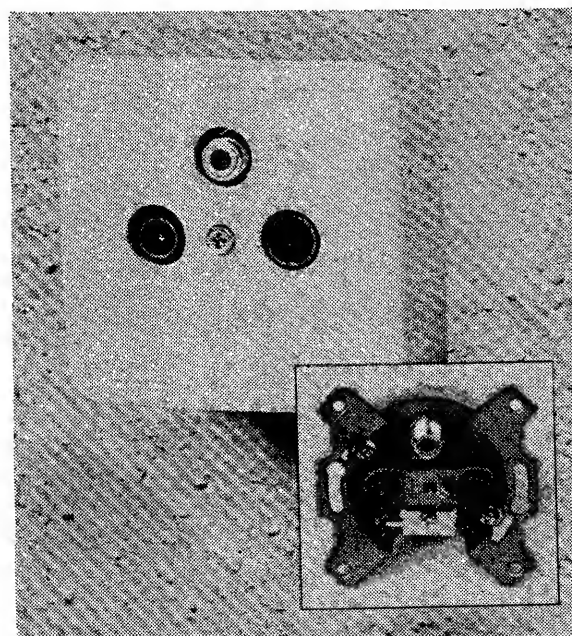
Obr. 56. Konvertory s vestavěným polarizátorem



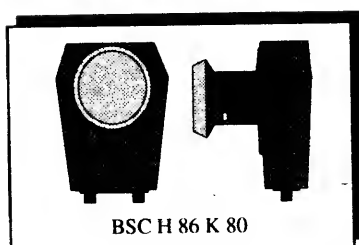
Obr. 58. Dvoupásmový konvertor FUBA/DEK 891 pro příjem v pásmech 11 a 12,5 GHz



Obr. 59. Přepínač H/V MULTISWITCH pro čtyři účastníky



Obr. 61. Účastnická zásuvka pro jednokabelový rozvod družice ASTRA (vlevo, TV, vpravo R, nahoře SAT)



BSC H 86 K 80

LNB Sharp BSC H 86 K 80 (Twin)	
Doppel-LNB mit Horizontal und Vertikal auf beiden Ausgängen	
Eingangsfrequenz	10,95-11,7 GHz
Rauschmaß	1,3 dB typ.
Verstärkung	50 dB typ.
Ausgangsfrequenz 1-H/V	950-1750 MHz
Ausgangsfrequenz 2-H/V	950-1750 MHz
Versorgungsspannung	11,8-24 V =
Stromaufnahme	160 mA typ.
Best.-Nr. : 5047	Preis: 175,- DM
Lieferbar ab Mai 92	

Jednokabelový rozvod družice ASTRA A+B

V současné době jsou na družicovém systému ASTRA 1A+1B vysílány programy v kmitočtovém rozsahu od 11,214 GHz do 11,686 GHz. Pro příjem družice ASTRA běžným konvertorem tedy postačuje rozsah přijímače od 1214 do 1686 MHz.

mostatné výstupní konektory, jeden označený jako V, druhý jako H, tyto konvertory se nazývají konvertory V+H, nebo DOUBLE LNB. Napájení obou systémů je samostatné a je libovolné od 13 do 18 V (i více). Pro nezávislý příjem družicových signálů několika účastníků lze takový konvertor doplnit speciálním přepínačem (MAGIC SWITCH, MULTISWITCH, obr. 59), který má dva vstupy V+H a několik, nejčastěji čtyři výstupy, na nichž se změnou napájecího (a zároveň tedy ovládacího) napětí ze satelitních přijímačů jednotlivých účastníků přiřazují jednotlivým výstupům nezávislé signály s vertikální a horizontální polarizací. Tuto soustavu lze dále větvit dalšími rozbočovači (aktivními, nebo při menším počtu účastníků pasivními). Před realizací takového skupinového rozvodu je však třeba udělat si ekonomickou „rozvahu“, tj. vypočítat, nevyplatí-li se zřídit centrální vícenásobný družicový přijímač a rozvod realizovat v běžném TV pásnu.

Konvertory pro dva účastníky

Konvertory určené pro nezávislý příjem dvěma účastníky z jedné antény jsou vlastně konvertory V+H, doplněné dvojitém přepínačem, ovládaným napájecím napětím konvertoru (MULTISWITCH), to vše uzavřeno v jednom společném pouzdru. Takové konvertory se nazývají TWIN LNB (obr. 60). Jsou cenově výhodnější než jiná řešení příjmu dvěma účastníky.

Obr. 60. Konvertory SHARP TWIN pro dva účastníky

Pro realizaci jednoduchých společných rozvodů jen této soustavy zatím dvou družic se nabízí zajímavé řešení. Na polarizační výhybku, rozdělující signály na V a H, zapojíme dva konvertory, z nichž např. konvertor pro vertikální polarizaci má kmitočet oscilátoru okolo 9,750 GHz, tedy o něco nižší než je obvyklé a konvertor pro příjem horizontální polarizace má kmitočet oscilátoru např. 10,25 GHz, tedy vyšší než je standard. Výsledkem tedy budou signály v pásmu 964 až 1436 MHz pro horizontální a 1464 až 1936 MHz pro vertikální polarizaci. Tyto signály se smíchají a přivedou na společný výstup konvertoru. Odtud se jedním kabelem s větvením a zesilováním podobným, jaké je známe z rozvodů STA, přivádějí k jednotlivým účastníkům.

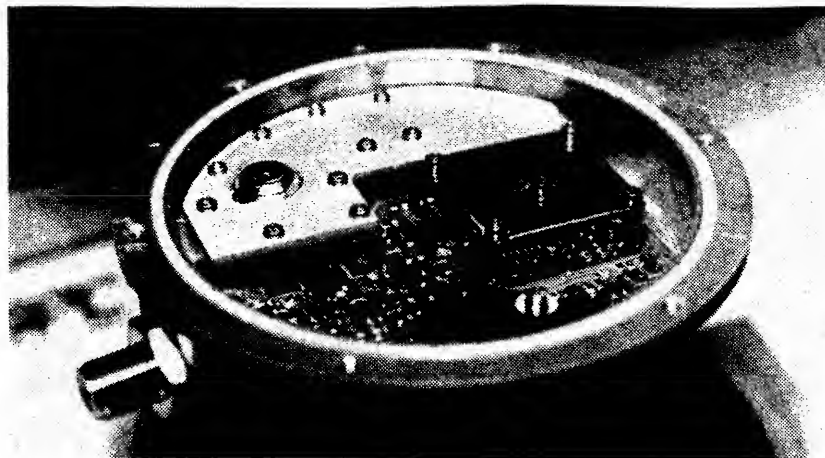
Každý účastník rozvodu musí být vybaven samostatným satelitním přijímačem, který musí být dále vybaven vstupním dílem s rozšířeným kmitočtovým rozsahem (alespoň do 2000 MHz). Do rozvodu jedním kabelem lze přimíchat i signály pozemských televizí a rozhlasových stanic a účastnické zásuvky mají pak jeden konektor navíc (F – konektor pro připojení satelitního přijímače, obr. 61). Tento systém, nazývaný někdy „ASTRA-PLEXER“, má však určité nevýhody. Především je to dočasná využitelnost pouze pro družici ASTRA A a B, vysoká cena speciálního dvojitého konvertoru s kmitočtovým posuvem a nutnost stejně použít nejdražší součást družicového kompletu – přijímač – navíc s rozsahem do 2000 MHz každým účastníkem. Podmínkou je také rozvod kvalitním kabelem a rozbočovači, příp. zesilovači. Rozváděný signál má nejvyšší kmitočet okolo 2000 MHz a těmito požadavkům určitě nevyhoví stávající rozvody STA. Uplatní se tedy především zřejmě v zahraničí, kde cena zařízení je relativně nízká oproti ceně práce, kterou tento jednokabelový rozvod při zavedení např. v novostavbě jistě ušetří.

Poruchovost a opravy konvertorů

Konvertory jsou vestavěny v kovových pouzdrech. Pouzdra jsou řešena buď jako plochá, složená ze středové robustní části se dvěma víky, nebo jako dělená na dvě poloviny, případně jsou konvertory vestavěny v pouzdrech kruhového průřezu. Základním požadavkem na pouzdro je vodotěsnost. Některé konvertory na první pohled napovídají, že do nich bude zatékat: Pouzdro má dlouhé a nepřesné obrobené těsnící drážky, nedostatečný počet šroubů nebo nýtů po obvodu pouzdra (někdy dokonce jen 4), nebo je málo tuhé a snadno se deformuje. Některé konvertory mají přes vlastní pouzdro dodatečný plastový kryt (SHARP).

Za nejkvalitnější jsou v současné době považovány konvertory japonské firmy SPC (obr. 62), které se v Evropě prodávají např. pod názvem FUBA, dále konvertory NJR, MASPRO atd.

Pokud se v konvertoru vyskytne závada, je dobré se o opravu pokusit. Závady bývají nejčastěji způsobeny ko-



Obr. 62. Otevřené pouzdro kvalitního konvertoru SPC. Patrné je jednoduché a účinné těsnění silikonovým kroužkem

rozí součástek a spojů po vniknutí vody (nebo jen vlhkosti). Koroze spojů – páskových vedení – se projevuje postupným zhoršováním šumového čísla a zisku konvertoru, až dojde k úplnému „proletání“ spoje a k vysazení funkce. Konvertor otevřeme a pokud jsou spoje poškozeny jen v malém rozsahu, pokusíme se o nápravu pomocí cínové pájky po předchozím vysušení a očištění systému konvertoru. Někdy bývají korozi zasaženy vývody součástek (mohou být až zcela „uhnilé“, např. u pouzdra). Pokud jde o běžné pasivní součástky SMD nebo o tranzistory SMD v mezifrekvenčním zesilovači, je náhrada poměrně snadná. Pokud je však korozi zasažen předzesilovač s tranzistory HEMT, oprava se nevyplácí. Cena jednotlivých vstupních tranzistorů HEMT je kupodivu vyšší, než cena celého konvertoru (pokud HEMT vůbec seženeme). Zřídka bývá přepětím nebo teplotou poškozen stabilizátor, případně další napájecí obvody. Zde je oprava poměrně snadná, pokud není přepětím poškozen i vstupní díl konvertoru. Závady způsobené přepětím vznikají nejčastěji tehdy, je-li parabola vodivě spojena s konvertorem a uzemněna někým jinam, než satelitní přijímač. Obvykle je parabola zemněna na zábradlí balkónu,

litní přijímač je zase zemněn propojením s běžnou pozemskou TV anténou nebo je spojen s rozvodem STA. Tyto rozdílné zemnicí body mohou být značně vzdáleny nejenom fyzicky, ale i elektricky a při i nepřímém zásahu blesku se mohou vlivem velkého rozdílu potenciálů tyto citlivé díly poškodit. Proto je vhodné používat takové parabolické antény, u nichž je konvertor izolován od vlastního „talíře“ antény plastickým držákem (obr. 63).

Družicový přijímač

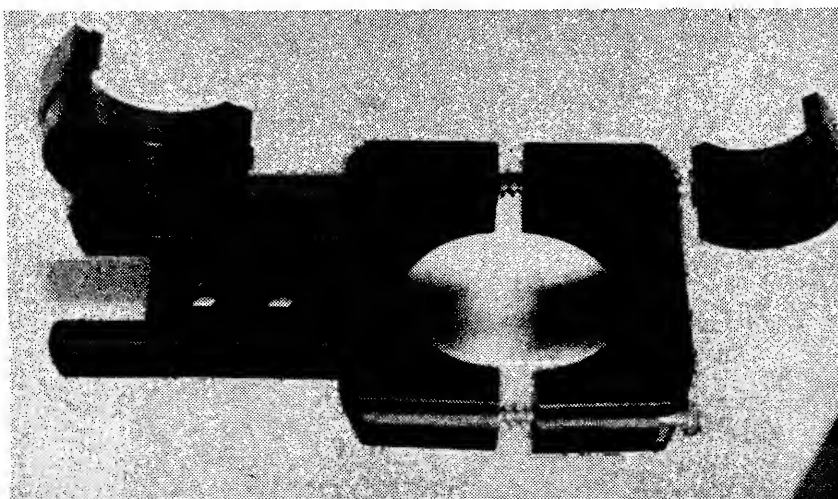
Družicový přijímač bývá označován jako tzv. *vnitřní jednotka*, má za úkol družicový signál zachycený parabolickou anténou, konvertorem zesílený a kmitočtově posunutý přeměnit na úplný televizní a zvukový signál. Jím zpracovaný signál musí být možno přijímat na běžném televizním přijímači.

Blokové schéma družicového přijímače je na str. 64.

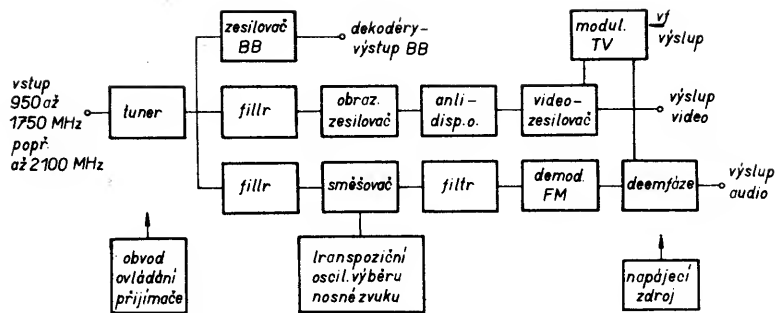
Požadavky a obvyklá řešení základních částí družicového přijímače

Vstupní tuner

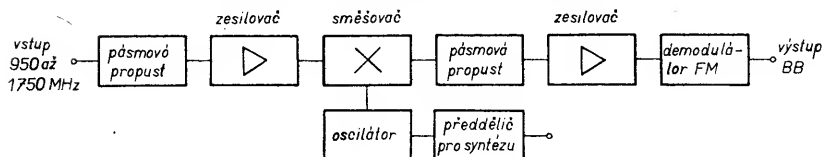
Vstupní tuner je vlastně volič, který vybírá přijímaný signál zvoleného kmito je spojeno s bleskovodem atd. Sate-



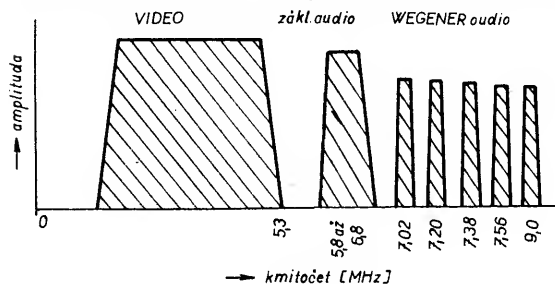
Obr. 63. Držák konvertoru z plastu umožňující izolovanou montáž konvertoru na parabolu



Obr. 64. Blokové schéma družicového přijímače



Obr. 65. Blokové schéma vstupního dílu družicového přijímače – družicového tuneru

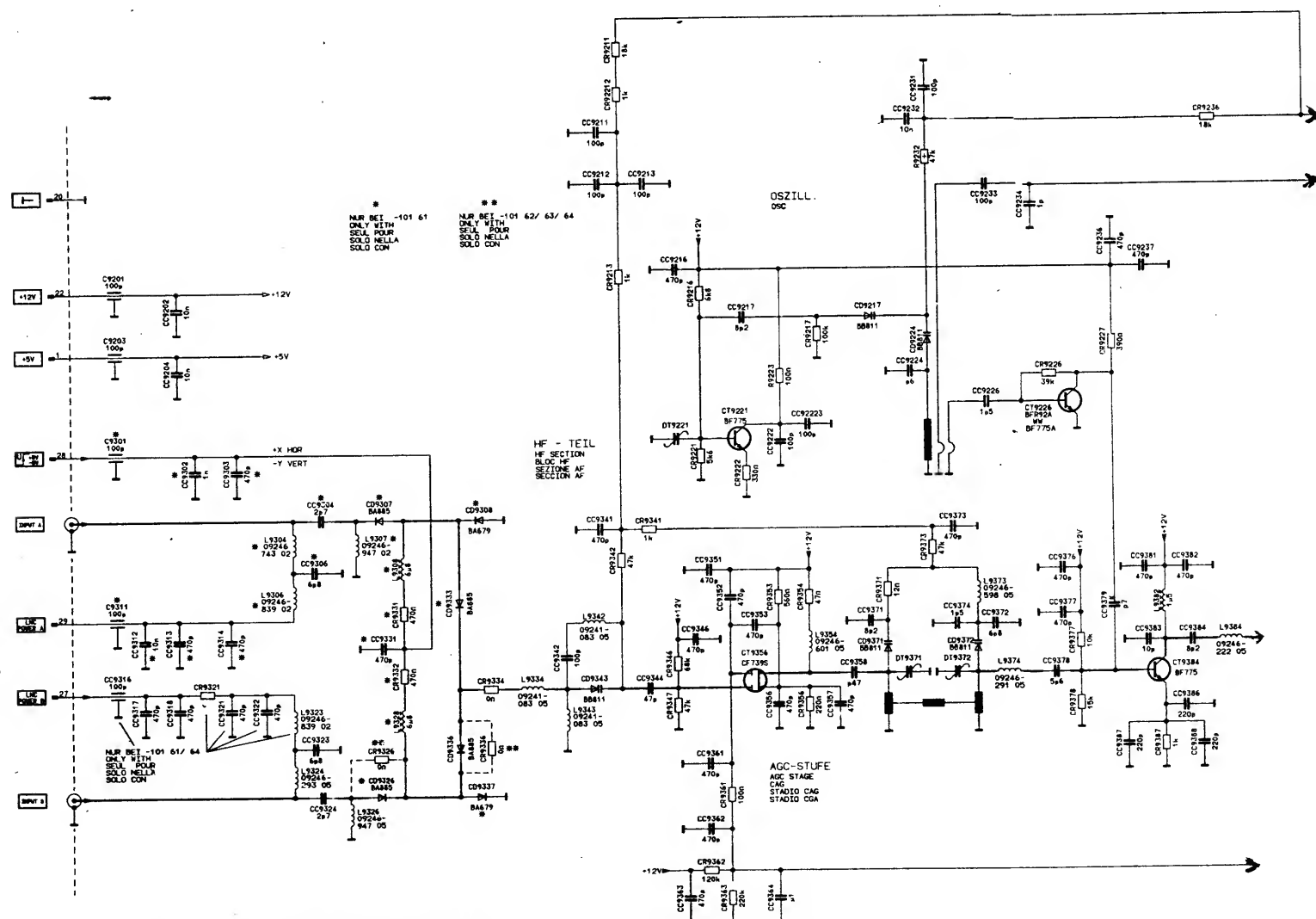


Obr. 66. Spektrum základního pásma – TV BASE BAND

točtu z pásma první mezifrekvence – z konvertoru, 950 až 1750 MHz nebo 950 až 2100 MHz (obr. 65). Jeho základní parametry jsou:

Prahová úroveň (THRESHOLD) – tedy v podstatě citlivost. Dnes je obvykle okolo 6 až 7 dB, je to parametr značně nadceněný a nemá příliš velký význam snažit se o zakoupení přijímače s nejmenší možnou prahovou úrovní. Měřicí metody a serióznost údaje se mohou značně lišit a přijímač, který se jeví jako „papírově“ lepší, může být v praktickém provozu méně citlivý.

Šířka pásma – parametr důležitý, pokud se nespokojíme s příjmem jen jedné družice. Při příjmu slabších družic je výhodnější menší šířka pásma, větší šířka pak klade menší nároky na přesnost naladění kmitočtu a jeho stabilitu, tedy na stabilitu oscilátoru přijímače i konvertoru. Příliš velká šířka pásma ve spojení s méně kvalitním polarizátorem může však způsobit prolínání sousedních družicových kanálů do obrazu při příjmu silných družic. U kvalitních tunerů bývají volitelné šířky pásma dvě nebo i několik (např. přijímač Chaparral MONTEREY má čtyři volitelné šířky pásma od 16 do 36 MHz). Optimální šířka pásma vhodná pro běžné družice, přijímané v Evropě, je 24 až 27 MHz.



Obr. 67. Schéma zapojení tuneru družicového přijímače GRUNDIG STR 212

Počet vstupů – většinou jeden vstup, některé přijímače mají vstupy dva, což umožňuje připojit buď dvě parabolické antény, nebo dva konvertory, případně dvě vedení společného rozvodu se signály vertikální polarizace v jednom vodiči a se signály horizontální polarizace ve vodiči druhém. Vstupy se přepínají buď pomocí relé (MASPRO) nebo přepínacími diodami (GRUNDIG, SHARP).

Vstupní tunery družicových přijímačů bývají zhotoveny podobnou technologií jako televizní tunery a podobně i vypadají. Předzesilovače v těchto tunelech bývají někdy osazeny galiumarsenidovými tranzistory, jako směšovače slouží dvoubázové MOS-FET nebo i bipolární tranzistory. U některých provedení se používá diodový směšovač s jednou nebo čtyřmi Schottkyho diodami. Po směšování je signál přiváděn na další obvody přes filtr (dnes u většiny tunerů filtr s povrchovou akustickou vlnou, SAW, PAV). Filtry SAW, PAV se vyrábějí většinou pro kmitočty okolo 479,5 MHz a tím je také určen kmitočet oscilátoru. Používá se rozdílové směšování, kmitočet oscilátoru je tedy $950 \text{ až } 1750 \text{ MHz} + 479,5 \text{ MHz} = 1429,5 \text{ až } 2179,5 \text{ MHz}$, případně při rozsahu tuneru do 2100 MHz až 2579,5 MHz. Po průchodu filtrem se signál dále zesílí a je jej třeba

demodulovat (FM). Družicový televizní signál se vysílá kmitočtově modulovaný. Jako demodulátory se dnes téměř výhradně používají integrované obvody PLL firmy PLESSEY řady SL1451, SL1453, SL1455 (nebo dříve kvadraturní demodulátory SL1454, SL1452). Na výstupu demodulátoru je již k dispozici signál tzv. základního pásma – BASE BAND, BASISBAND, BB. Ten obsahuje jak obrazový, tak zvukový signál podle obr. 66.

V družicových přijímačích je signál BB vyveden na konektor, který slouží k připojení různých dekodérů pro kódované programy a pro případné připojení externích zvukových procesorů atd. U některých přijímačů lze ještě tento signál přepínat tak, aby bylo možné připojit dekodéry jak PAL, tak i D2-MAC, které vyžadují signál bez korekce.

Tuner obsahuje pochopitelně další obvody – např. předdělič pro kmitočtovou syntézu ladění, přepínač (reléový nebo diodový) vstupů, obvody AFC a AGC atd.

Ve schématech družicových přijímačů bývají obvykle tunery kresleny jako jednotka bez vnitřního rozkreslení. Je to proto, že tunery vyrábí jen několik firem (např. SHARP, GRUNDIG, DRAKE,

NEC, MASPRO), ostatní výrobci používají tyto tunery hotové a tuner se při poruše mění obvykle celý.

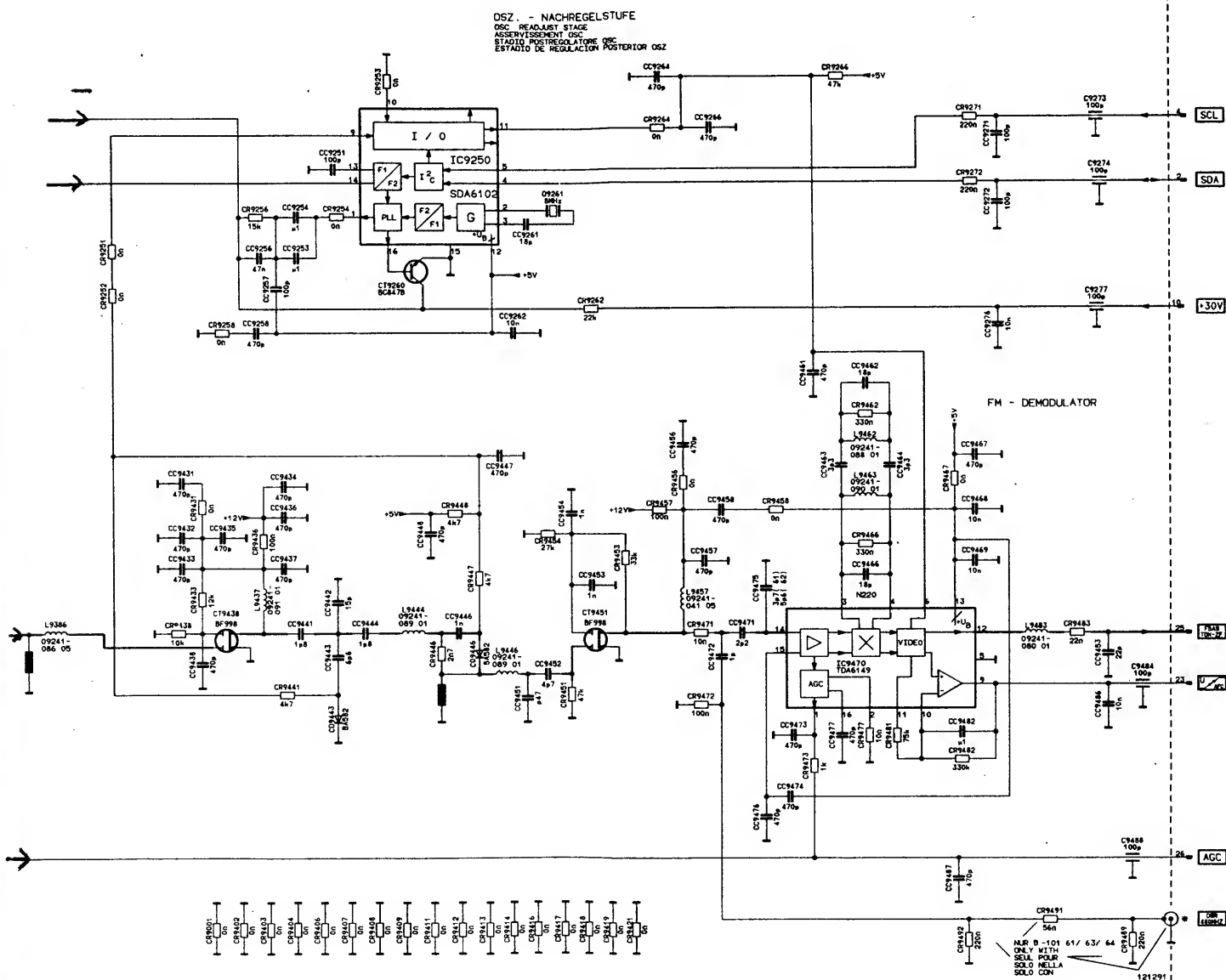
Na obr. 67 je zapojení dobře propracovaného tuneru z přijímače GRUNDIG STR 212.

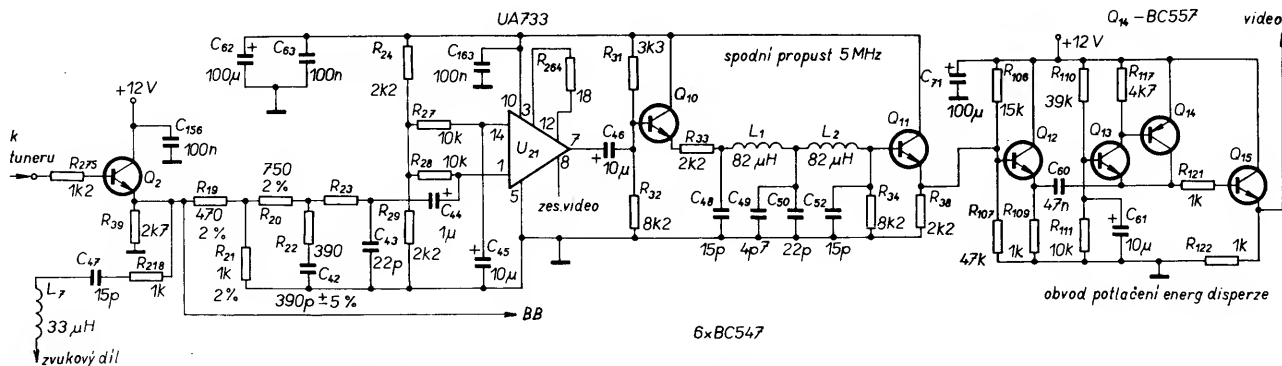
Z tuneru se signál základního pásma (BB) vede do dvou obvodů – do obvodů pro zpracování obrazu a do zvukového dílu družicového přijímače.

Obrazový (video) díl přijímače

Obrazové (video) části přijímačů jsou řešeny mnoha různými způsoby. Dá se říci, že co přijímač a výrobce, to jiné řešení. Někteří výrobci používají jako obrazový zesilovač integrovaný obvod, většina výrobců však používá tranzistory. Obvod obrazového zesilovače musí zajistit bezšumový kvalitní obrazový signál bez zkreslení, s optimální šířkou pásma, bez pronikání obrazu do zvuku a dokonalé potlačení tzv. disperzálu (obr. 68). Na vysílací straně se totiž signál rozmítá trojúhelníkovým signálem o nízkém kmitočtu (desítek Hz).

Ukolem tohoto rozmítání je odstranit velké výkonové hustoty v energetickém spektru signálu FM, které by mohly způsobovat rušení sousedních kanálů interferencemi. Kdyby totiž nebyl disperzálu odstraněn, způsoboval by nepří-





Obr. 68. Schéma obrazové části přijímače běžného satelitního přijímače

jemné blikání obrazu, proto se musí na přijímací straně vyklíčovati. Antidisperzní obvody se konstruují buď jako obvody s klíčovací – upínací – diodou (Schottky, Ge), nebo jako aktivní obvody s integrovanými obvody nebo tranzistory.

Je výhodné, je-li možno v obrazovém zesilovači dálkovým ovládním regulovat úroveň signálu – kontrast obrazu. Některé přijímače to umožňují i v několika stupních – např. řada GRUNDIG ve třech stupních, nové přijímače PACE PSR 800 a 900 z V. Británie dokonce v osmi stupních. Tyto přijímače doveďou také invertovat polaritu obrazového signálu, což je nutné při příjmu družicových signálů v pásmu 4 GHz, v němž je polarita signálu opačná. Zpracovaný obrazový signál se po zesílení a impedance přizpůsobení přivádí na výstupní konektory (SCART, CINCH) a do běžného TV modulátoru.

V přijímačích, v nichž se používá systém zobrazování parametrů přijímače a jednotlivých programových míst na obrazovce (ON – SCREEN SYSTEM), se potřebný signál generuje ve speciálním integrovaném obvodu. Součástí tohoto systému musí být i příslušné obvody pro výběr synchronizačních impulsů buď z obrazu, nebo z vestavěného generátoru, jinak při výpadku přijímaného signálu grafika a údaje na obrazovce zmizí a není se podle čeho orientovat (obr. 69). Generovaný signál OSD (ON SCREEN DISPLAY) se přimíchává k výstupnímu obrazovému signálu – samozřejmě jen tehdy, je-li k tomu řídicí jednotkou přijímače dán povel. Obvody pro generování signálu OSD jsou vždy řešeny jako jednoúčelové pro daný typ přijímače a konstruktérovi schéma takové části nic neřekne. Proto je asi zbytečné ji uvádět. Obvody pracují ve spolupráci s řídicím procesorem přijímače.

Podobně je zpracován i signál vysílaný systémem D2-MAC. Tato nová obrazová norma pracuje s postupným přenosem digitálního zvuku a dat, časově komprimovaného analogového signálu chrominance (informace o barvě) a luminance (informace o jasu). Na přijímací straně se opět časově „srovnávají“ potřebné informace a digitální zvukové signály se mění na analogové. Časový

diagram jednoho TV řádku v normě D2-MAC je na obr. 70.

Přijímače určené pro příjem v normě D2-MAC využívají opět velmi složitých integrovaných obvodů. Obvody obsahují obvykle přes 100 000 tranzistorových funkcí. Amatérská stavba přijímačů nebo dekodérů D2-MAC není rentabilní, dokonce ani nákup samotného dekodéru D2-MAC se nevyplácí, vždyť ve speciálních prodejnách satelitní techniky lze zakoupit celý hotový stereofooní přijímač PHILIPS (obr. 71) pro příjem v normě D2-MAC s dálkovým ovládním a s mnoha možnostmi (volba rozměru obrazu 3:4 a 16:9, volba všech stereofoonních i monofoonních zvukových doprovodů atd.) v cenách okolo 8000 Kč. K tomuto přijímači je vhodné přiřadit vnější jednotku s malou parabolou a konvertorem s polarizátorem pro příjem kruhové polarizace a tuto soupravu používat paralelně se stávající soupravou.

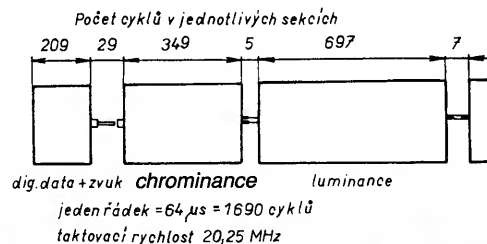
Zvukový (audio) díl přijímače

Zvýšenou pozornost si zaslouží zvuková část přijímačů. Zatímco obrazové signály ze všech běžných přijímačů

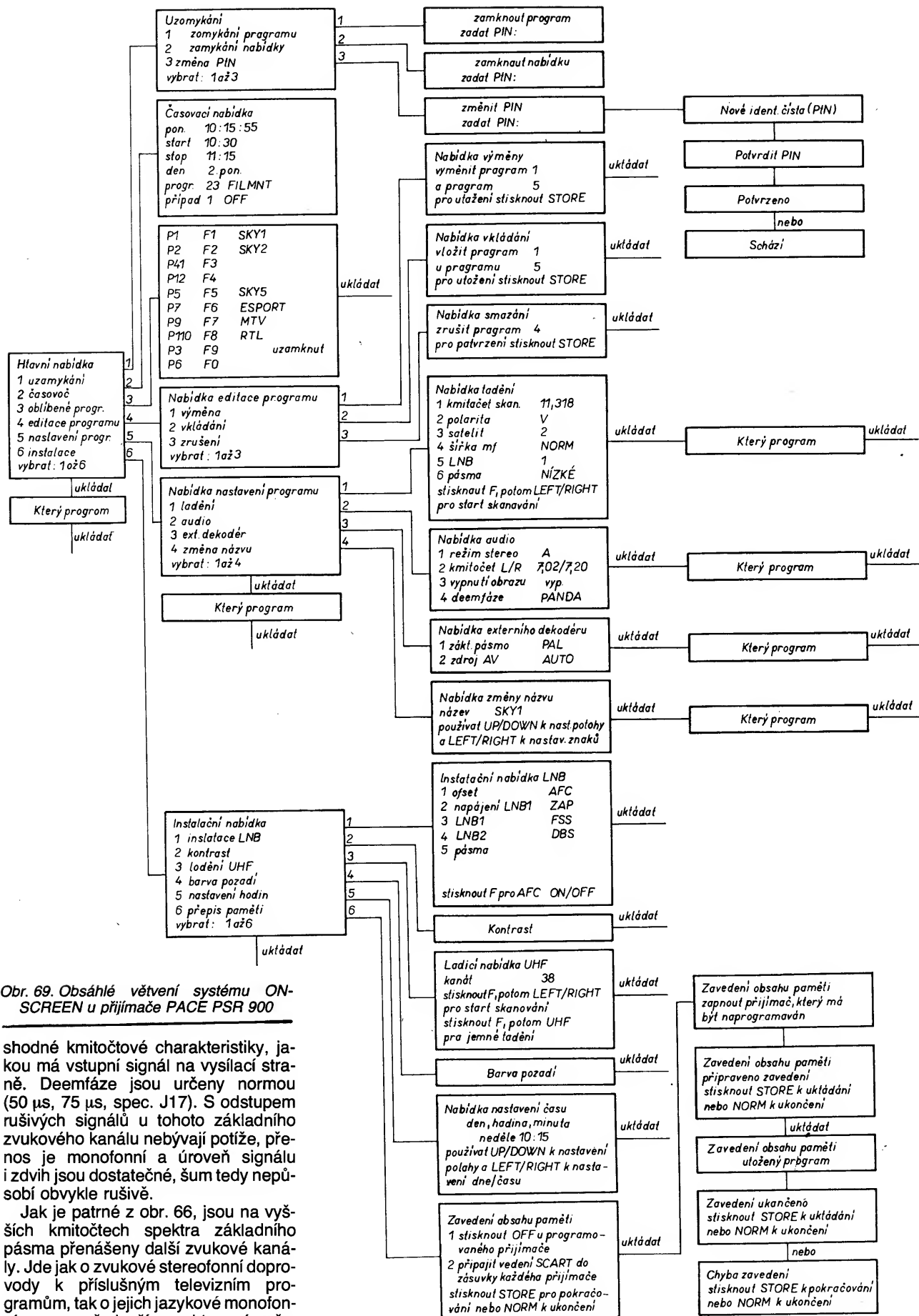
– pokud se nejedná o vyložené nekvalitní výrobky – jsou, lze říci, více či méně kvalitní, v jakosti přenosu zvuku jsou velké rozdíly.

Jak je patrné z obr. 66, základní pásmo (BASE BAND) obsahuje nejen obrazovou složku TV signálu, ale i poněkud složitější spektrum zvukových signálů. První část spektra v okolí 6,5 MHz obsahuje zvukové signály se širokopásmovou modulací FM. Tyto signály se v přijímačích zpracovávají podobně jako zvukové signály v přijímačích VKV. Potřebná šířka pásma je asi 280 kHz, pro některé družicové kanály pracující s velkým zdvihem FM (italské) až 400 kHz. Střední kmitočet tohoto základního zvukového signálu je podle typu družice i podle typu transponderu od 5,8 MHz (TELECOM) přes 6,5 MHz (ASTRA), 6,6 a 6,65 MHz (KOPERNIKUS, EUTELSAT, INTELSAT) do 6,8 MHz (INTELSAT). Zvukový kanál v okolí 6,5 MHz obsahuje vždy monofoonní signál, vzniklý případně smícháním dvou kanálů stereofoonního zvukového doprovodu. Liší se i požadované parametry deemfáze, kterou musí být ní signál po demodulaci upraven, aby se dosáhlo shodné nebo přibližné

Obr. 70. Časový diagram jednoho TV řádku v přenosové normě D2-MAC



Obr. 71. Vnitřní provedení přijímače D2-MAC, PHILIPS STU 906



Obr. 69. Obsáhlé větvení systému ON-SCREEN u přijímače PACE PSR 900

shodné kmitočtové charakteristiky, jakou má vstupní signál na vysílací straně. Deemfáze jsou určeny normou (50 μ s, 75 μ s, spec. J17). S odstupem rušivých signálů u tohoto základního zvukového kanálu nebývají potíže, přenos je monofonní a úroveň signálu i zdvih jsou dostatečné, šum tedy nepůsobí obvykle rušivě.

Jak je patrné z obr. 66, jsou na vyšších kmitočtech spektra základního pásma přenášeny další zvukové kanály. Jde jak o zvukové stereofonní dopravy k příslušným televizním programům, tak o jejich jazykové monofonní verze a především rozhlasové pořady. Těchto dalších zvukových kanálů může být k příslušnému televiznímu kanálu přiřazeno až osm i více a mohou být tedy využity pro čtyři stereofonní zvukové kanály, případně osm i více

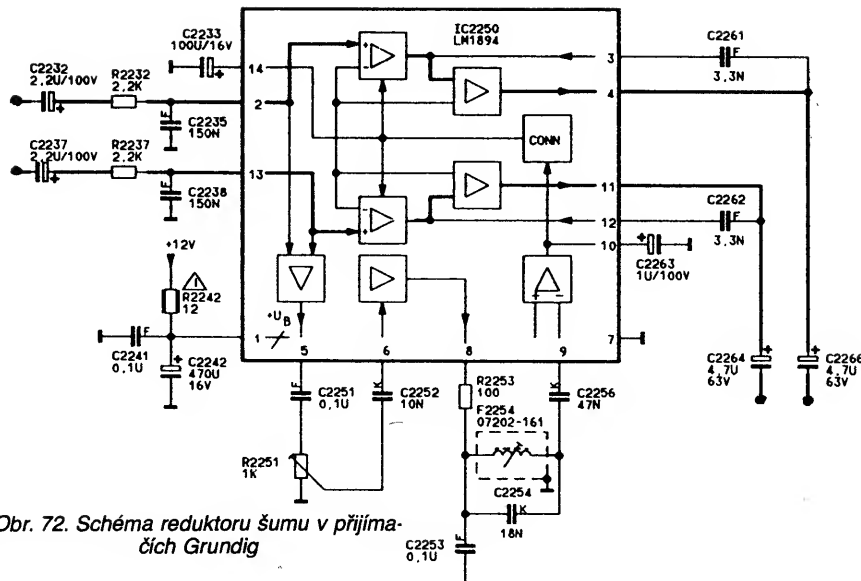
monofonních kanálů a jejich kombinace. Obvyklý odstup středů těchto kanálů je 180 kHz a jejich kmitočty jsou 7,02-7,20-7,38-7,56-7,74-7,92-8,10-8,28 MHz. (Francouzské družice řady TELE-

COM používají jiné rozdělení kanálů.) Potřebná šířka pásma je tedy menší než u základního zvuku a tomu musí odpovídat šířka pásma filtrů, které výběr nosné zaručují. Filtry musí být kvalitní, se strmými boky a s velkým útlumem mimo propustné pásmo. Také návrh zapojení zbytku zvukového kanálu musí být optimalizován – demodulační obvod musí mít dostatečnou strmost demodulace, musí mít dostatečnou stabilitu atd. Tyto podmínky jsou splněny jen u malého počtu vyráběných přijímačů, proto ne vždy je kvalita zvuku těchto kanálů dobrá, prostá rušivých šumů a zkreslení. Z uvedených důvodů se využívá u lepších přijímačů obvodu k potlačení šumu (WEGENER), dolní propusti s amplitudově řízeným mezníkem kmitočtem. Obvod se dá přirovnat k systému DOLBY B. Při vysílání se signály vyšších kmitočtů při menších úrovních signálu zdůrazní, při příjmu se stejnou měrou potlačí. Výsledkem je podstatné zlepšení odstupu signál/šum. Dalším zdokonalením vznikl obvod WEGENER – PANDA. Tímto obvodem bývají vybaveny kvalitní přijímače (ze současně vyráběných jen NOKIA 1200 – 2202, PACE PSR 900, PACE PSR 800, CHAPARRAL Monterey, oblíbené přijímače NEC řady 3 a 5 se již nevyrábějí – nový typ zatím není).

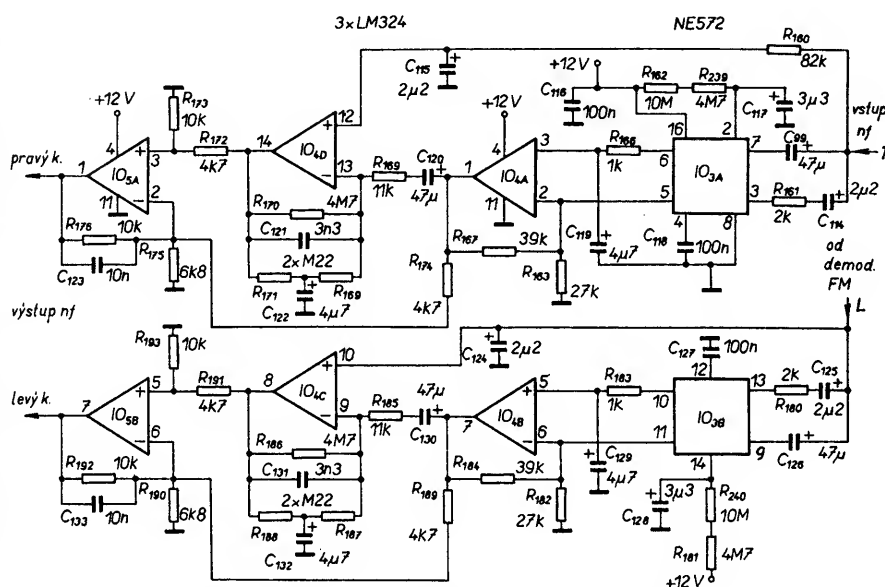
Dekodér je patentově chráněn a to je asi také důvodem vyšší ceny těchto přijímačů. Investice se však určitě vyplatí, zvuk přijímačů vybavených tímto obvodem snese opravdu přísná měřítka. Některé přijímače jsou vybaveny i různými obvody pro dynamickou redukci šumu, obvykle jsou osazeny integrovaným obvodem LM1894 nebo častěji NE570 nebo NE572. Pokud chceme přijímač s nevyhovujícím zvukem takovým obvodem vybavit, nestačí obvod jen zařadit do cesty nf signálu. Musí se rekonstruovat celý dle určený pro stereofonní příjem – vyměnit keramické nebo cívkové mf filtry za filtry s užším propustným pásmem a s větší strmostí, zvětšit jakost obvodu LC demodulátoru FM (pokud je použit) a pak se teprve pokusit obvod pro redukci šumu aplikovat; jinak bude původní šumový signál vyhodnocen obvodem pro redukci šumu jako signál užitečný; nastavíme-li obvod tak, aby reagoval až při větší úrovni signálu, projeví se v reprodukci nepříjemné skoky dynamiky a kmitočtové charakteristiky – dýchání. Zapojení několika reduktorů šumu (z přijímačů GRUNDIG STR 212, HINARI 4501 a PACE PSR 9200) jsou na obr. 72, 73.

Na obr. 74 je ochranná značka systému WEGENER-PANDA.

Protože je třeba kmitočty zvukových kanálů družicových přijímačů přeladovat v rozmezí od asi 5,5 do 9 MHz (pokud možno oba kanály nezávisle, i když to není podmínkou), při alespoň dvou různých šířkách pásma a při třech deefázích vycházejí řídicí obvody zvukové části družicového přijímače



Obr. 72. Schéma reduktoru šumu v přijímačích Grundig



někdy i na programy družic dalších. Bohužel, nebo spíše bohudík přibývají stále nové programy, staré se mění a cesta od zadavatele software přijímače ke konečnému zákazníkovi je přece jen dlouhá. Proto je třeba pro obchodníky nebo montéry družicových souprav velmi užitečná vlastnost přijímače – možnost přepsat obsah programových míst (paměti) přijímače z jednoho „matričního“ přijímače na další kusy, jako je tomu u přijímače PACE nové řady PSR 900/PSR 800. U tohoto přijímače je také zajímavá volba výstupního kanálu modulatoru syntézou v celém rozsahu pásma UHF – tj. 21. až 69. TV kanálu. Popis většiny přijímačů dostupných na našem trhu je průběžně uváděn v AR řady A a může sloužit k výběru nejvhodnějšího typu pro daný účel.

Pokusím se shrnout požadavky na kvalitní přijímač, který vyhoví nejvyšším nárokům náročného zájemce o družicový přijímač v dnešní době (únor 1993):

1. Nejméně 99, raději 199 předvoleb s možností individuálního uložení všech parametrů pro dané programové místo.
2. Zvukový systém WEGENER-PANDA.
3. Dekodér D2-MAC s využitím všech funkcí, které tento systém umožňuje (teletext, regulace parametrů obrazu, mixáž zvukových doprovodů, dekodéry EUROCRYPT).
4. Dva vstupy s možností nezávislé volby.
5. Rozšířený kmitočtový rozsah do přibližně 2000 MHz.
6. Výstup alespoň pro magnetický polarizátor, lépe i pro mechanický, velikost proudu do polarizátoru individuálně programovatelná pro každé programové místo.
7. Přepínání napájecího napětí konvertorů v mezích 13 až 17 V (nezávisle na polarizaci a volbě vstupu) pro vícepásmový příjem.
8. Alespoň dvě šířky pásma (např. 18 a 27 MHz).
9. Alespoň dvě úrovně kontrastu obrazu.
10. Možnost inverze polarity obrazového signálu pro příjem v pásmech 4 GHz.
11. Plynule laditelný kmitočet signálu AUDIO od 5,5 do 9 MHz.
12. Volitelná šířka pásma zvuku a de-efmáže.
13. Dobrá citlivost, statický šumový práh alespoň 7 dB.
14. Výstupy pro všechny druhy dekodérů, smyčky a video-audio.
15. Dobré technologické zpracování a co největší spolehlivost.
16. Možnost připojit posicionér, pokud není vestavěn.
17. ON SCREEN systém, co největší komfort obsluhy.
18. TIMER – časové spínače.
19. Audio módy – přímý přechod na další zvukový doprovod bez nutnosti měnit programové místo.
20. Odpovídající design.

Přijímač, který by splnil všechny body z tohoto výčtu požadavků, neexistuje. Přesto uvedu několik běžnějších družicových přijímačů a označím body, které

tyto přijímače nesplňují. Někomu tato tabulka může pomoci při výběru vhodného typu přijímače:

Typ přijímače	Nesplňuje body
CHAPARRAL Monterey 80 (USA-Japan)	3
PACE PSR 900 IRTE (V. Británie)	3, 8
EHOSTAR SR 6500 (USA-Japan)	2, 3, 4
NOKIA SAT 2202 (Švédsko)	8, 10
GRUNDIG STR 300 AP (Německo)	2, 3, 5, 17, 18, 19
KATHREIN UFD 41 (Francie)	2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16
FUBA ODE 620 (Japonsko)	2, 3, 5, 18
AMSTRAD 310 (Čína)	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 16
AMSTRAD 600 (Japonsko)	2, 6, 7, 8, 10, 11, 16
TELEMAX TX 400 A (Korea)	2, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 19

Stručný přehled nejběžnějších u nás přijímatelných programů při použití běžného zařízení v pásmech 10,95 až 12,75 GHz je v následující tabulce. Vynechány jsou kódované programy (výjimkou jsou programy, které jsou kódovány jen občas, nebo programy, pro které jsou běžně dostupné nelegální dekodéry).

Nejsou uvedeny programy rozhlasové, které by zabraly velmi mnoho místa, vždyť dnes jen na družicovém systému ASTRA se jich vysílá zatím kolem 33.

V tabulce jsou uvedeny programy, které lze skutečně přijímat a které byly vysílány (alespoň zkušebně) v lednu 1993. Tam, kde je poznámka „test“, je předpoklad, že transpondéry budou v nejbližší době obsazeny řádnými programy, údaje nejsou opsány z nějakého zahraničního časopisu, ale jde o moje vlastní měření. Ve sloupci Ant. [cm] je uveden minimální doporučený průměr antény při použití běžného konvertoru se šumovým číslem okolo 1,1 dB. Stav na „satelitním nebi“ se mění takřka každý den a nové programy stále přibývají, přesto může uvedený přehled programů sloužit jako přehled, co vše lze v našich podmínkách celkem běžným zařízením přijímat.

(Přehled byl aktualizován začátkem dubna při korekturách rukopisu.)

Družice	Program – země		POL	Kmitočet [GHz]	Anténa [cm]	Pozn.
INTELSAT 63°E	RETE 4	I	H	11,010	120	
	ITALIA 1	I	H	11,137	120	
	Canale 5	I	H	11,173	120	
INTELSAT 60°E	TRT 4	Tr	H	10,975	150	
	W.in Bay.	D	V	11,010	90	večer
	TRT 3	Tr	H	11,138	150	
	TRT 1	Tr	H	11,642	150	
	TRT 2	Tr	H	11,683	150	
KOPERNIKUS 2 28,5°E	W.in Nieder.	D	H	12,625	90	večer
	RTL Nord	D	H	12,692	90	večer
KOPERNIKUS 1 23,5°E	Sat 1	D	H	11,475	vše	
	3 SAT	D	H	11,525	90	
	ARTE	Int	V	11,548		
	VOX TV	D	V	11,601		
	ARD	D	H	11,625		
	RTL +	D,L	H	11,675		
	NTV	D	V	12,524		
	Pro 7	D	H	12,559		
	Premiere	D	V	12,591		kódov.
	WEST 3	D	V	12,658		
	DSF	D	V	12,692		
	Bayern 3	D	V	12,72		
ASTRA 1A+1B 19,2°E	RTL2	D	H	11,214	vše	
	RTL +	D	V	11,229	65	
	EUROSPORT	GB	V	11,259	70	
	LIFESTYLE	GB	H	11,273		
	SAT 1	D	V	11,288		
	SKY 1	GB	V	11,318		
	TELECLUB	CH	H	11,332		kódov.
	3 SAT	D	V	11,347		
	SKY NEWS	GB	V	11,377		
	RTL 4	NL	H	11,391		kódov.
	PRO 7	D	V	11,406		
	MTV Europe	GB	H	11,420		
	Premiere	D	H	11,464		kódov.
	ARD 1+	D	H	11,494		

Ke zkušebnímu příjmu bylo použito následující zařízení firmy ELIX: Přijímač NOKIA 2202 PAL/D2-MAC, posicionér, upravený (přeladěný) dvoupásmový konvertor FUBA DEK 891, mechanický polarizátor HIRSCHMANN CSP 1210C a ofsetová parabola 120 cm HIRSCHMANN.

Družicové přijímače pro společné rozvody

Družicové programy lze pochopitelně distribuovat také pomocí rozvodů STA – společných televizních antén a jejich „vyšší verze“ – kabelových rozvodů.

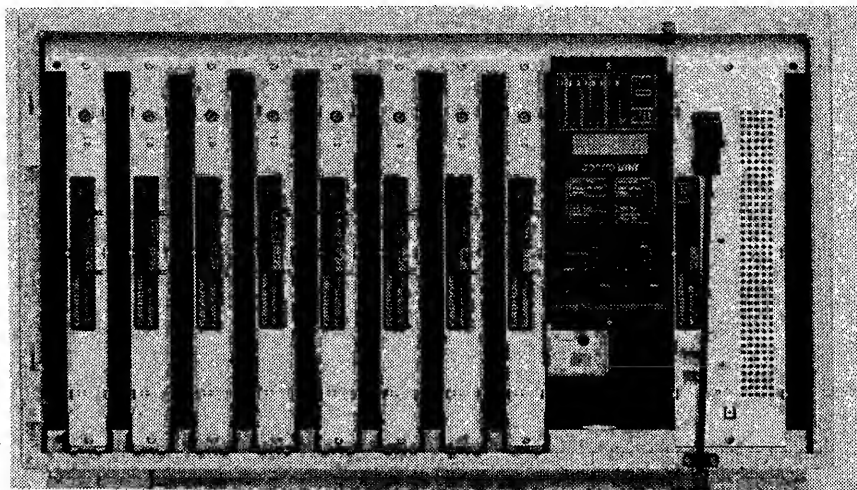
V počátcích družicového příjmu se soupravy společných TV antén amatérsky osazovaly přijímači určenými původně pro individuální příjem s modulátorem s výstupem ve IV. a V. TV pásnu. Tyto přijímače se doplnily příslušnými konverzními a zesilovacími vložkami pro převod do I. až III. TV pásma a družicový signál se sloučil se stávajícím rozvodem pozemských programů. Modulátory těchto přijímačů obvykle však nesplňují požadavky na spektrální čistotu, potlačení nežádoucích produktů, stabilitu kmitočtu, úrovně poměry a odstup nosného kmitočtu obrazu a zvuku atd. Taktéž družicová část těchto přijímačů (často se používaly i přijímače s ručním laděním) nesplňovala předpoklady stabilního naladění a dlouhodobé funkce bez obsluhy. Samozřejmě existují výjimky – znám nejen rozvody, kde několik přijímačů MAS-PRO pracuje nepřetržitě již třetí rok bez jediné závady a bez nutnosti zásahu obsluhy, ale i rozvod, kde paní správceva po každém zakolísání síťového napětí nosí do výtahovny televizor, odemyká šest zámků a stále znovu nastavuje čtyři primitivní, ručně laděné družicové přijímače se špatným AFC, dodané jednou pražskou „montážní“ firmou. To vše dělá paní správceva pokorně již několik let a domnívá se, že lepší zařízení by jistě stálo víc než těch 150 000 Kč, které tehdy ona „montážní“ firma za toto „zařízení“ požadovala.

Pro konstrukci rozvodů společných antén se dnes díky předpisům, které jsou na ně kladeny, mohou používat jen homologované skupinové přijímače, určené pro tyto účely a splňující všechny přísné normy. Tyto přijímače byly zpočátku (a některé typy jsou dodnes) konstruovány jako samostatné bloky satelitního přijímače-demodulátoru, modulátoru (s výstupem někdy napevno nastaveným do požadovaného kanálu příslušného TV pásma), napájecího zdroje a případně ještě výkonového zesilovače pro napájení rozvodu. Aplikace takových diskretních modulů byla z elektrického i mechanického důvodu zdoluhavá a nepraktická. V poslední době byly tedy tyto modulové sestavy na trhu vytlačeny kompaktními soupravami, zcela uzavřenými v ocelové skříni, připravenými k montáži, které obsahují vše potřebné – tedy rozbočovače družicového signálu, jednotlivé družico-

	DSF	D	H	11,523		
	MTV Europe	GB	V	11,538		
	JSTV/TCC	J/G	V	11,568		
	NORD 3	D	H	11,582		
	CNN	USA	V	11,627		
	NTV	D	H	11,641		
	CINEMANIA	E	V	11,656		kódov.
	DOCUMANIA	E	V	11,686		kódov.
EUTELSAT IIF 16,0°E	HTV-Chorv. Tur. HBB Stereo RTP Int. HUN-DUNA TV TUNES POLSAT	Yu Tr Tr Por. Mad Ara Pol.	H H V V H V H	10,987 11,154 11,617 11,575 11,594 11,658 11,678	90 90 90 90 90 90 90	+ další programy
EUTELSAT IIF 13,0°E	ARD 1+ RTL 2 DW TV EUROSPORT KABELKANAL SUPERCH. TV 5 TRT INT MBC EURO NEWS FILMNET FILMNET EBU EBU TELEPORT VIS EURO EUROPACE EBU FRANCE Tel. TV SPORT	D D D D D GB FR Tr Ara GB NL B INT INT GB INT GB INT F F	H H V H H V V H H V H H H H V H V V V H	11,596 11,095 11,163 10,972 11,055 10,987 11,080 11,181 11,554 11,575 11,678 11,638 11,005 11,143 11,617 12,522 12,563 12,584 12,625 12,708	90 -120	D2-MAC občas občas občas občas občas občas
EUTELSAT IIF2 10,0°E	TVE INT RAI UNO RAI DUE STAR Int. TELE-ON SHOW TV TELEFONICA FRANCE T.	E I I Tr Tr Tr F	H H V V V H V H V	11,076 11,149 10,972 11,095 11,617 11,596 11,575 10,987 12,584	vše 90 -120	test obč.kód. obč.kód test test
EUTELSAT IIF 7,0°E	„6“ ET 1 RIK 1 RTV Serb.	Tr Gr Gr Yu	V H H H	11,169 11,174 11,141 11,641	120 120 120 90	
TELE-X 5,0°E	TV 5 NORDIC	S	L	12,477	90	
INTELSAT 512 +Nor.DBS TOR1 1°W	TVN Norge Test Test Test	N N N N	H C C C	11,016 11,861 11,938 12,015	120 60 60 60	D2-MAC D2-MAC D2-MAC
TELECOM 2B 5,0°W	M6 Test France 2 Test ARTE Test CANAL + Test TF – 1 Test býv.Canál J	F F F F D,F F F F F F F	V H V H V H V H V H V	12,522 12,541 12,564 12,584 12,606 12,626 12,648 12,667 12,689 12,709 12,732	65 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65	D2-MAC D2-MAC D2-MAC D2-MAC
TELECOM 2A 8,0°W	France 2 Canal +	F F F F	V V V V	12,526 12,556 12,606 12,688	65 65 65 65	D2-MAC D2-MAC- K D2-MAC D2-MAC

+ několik dalších kódovaných programů

TV – SAT 2 +TDF 1/2 +OLYMPUS 19,0°W	MCM Euromus	F	R	11,727	R=45	D2-MAC
	RTL +	D	L	11,747	L=35	D2-MAC
	SAT 1	D	L	11,823		D2-MAC
	ARTE	F	R	11,881		D2-MAC
	3 SAT	D	L	11,900		D2-MAC
	DSR 16x	D	L	11,977		D2-MAC
	FRANCE 2	F	R	12,034		D2-MAC
	ARD 1+	D	L	12,054		D2-MAC
	RAI SAT	I		12,169		D2-MAC
INTELSAT 601 27,5°W	TLC/DISCOV.	GB	H	11,175	150	
	CNN Int	USA	V	11,155	90	
	TCC	GB	H	11,135	180	
	Market TV	Tr	V	11,658	120	
	Country Mus.	GB	V	11,562	150	
	EBU Saraj.	Yu	V	11,057	180	
PANAMSAT 45°W	Galavision	MEX	H	11,515	120	



Obr. 76. Skupinový přijímač GRUNDIG STC 800

vé přijímače a modulátory, takže je možné jedním typem kompaktní soupravy obsáhnout celé TV pásmo, popřípadě ještě tzv. kabelové kanály. Příkladem velmi moderní a levné soupravy je skupinový přijímač GRUNDIG STC 800 (obr. 76).

V jedné precizně zhotovené skříni se zámkem (nemohu nepřipomenout různé amatérské „posvařované klece“ ve výtahovných našich paneláků) je až osm zásuvných modulů – kompletních družicových přijímačů s napájecím zdrojem (s možností dalšího využití např. pro napájení výkonových zesilovačů), mikroprocesorem řízenou ovládací jednotkou, čtyř a osminásobným rozbočovačem družicového signálu. Moduly existují v provedení s výstupním kanálem volitelným ve III. a S pásmu (kanály C5 až C12 + S8 až S20) (označení modulu HRM 800) nebo v I. TV pásmu (HRM 801). Lze dodat i zásuvné jednotky pro příjem pozemských programů (HRM 810, 811). Tím se ze skříně stává kompaktní celek nevyžadující další přídatná zařízení. Moduly se programují klávesnicí s kontrolou na displeji a programování připomíná ovládání družicových přijímačů novější řady. U každého modulu lze zvolit výstupní TV kanál, signál lze jemně doladit, dále lze zvolit kmitočet vstupních signálů z družice (těž je lze jemně doladit), šířku pásma, polaritu a kontrast videosignálu, kmitočet a šíř-

ku pásma zvukového doprovodu, jeho deemfázi a úroveň; nastavené programy lze pak uložit do paměti. Celá montáž a naprogramování trvá několik minut, pokud je nastavena vnější jednotka. Tyto kompaktní vícenásobné přijímače pro skupinový příjem postupně vytlačují starší modulová provedení, a to jak cenou, tak malou náročností na montáž a uvedení do provozu a vyplatí se u nás již od počtu asi devíti domácností, napojených na jeden skupinový přijímač.

Kódování – scrambling – některých družicových programů

Část družicových programů se před přenosem na družici kóduje. Kódování má samozřejmě umožnit sledování vybraných programů jen těm, kteří zaplatili příslušné poplatky společnosti, která tyto programy provozuje.

Principy kódování se postupem času ustálily na několika základních systémech:

Systém VIDEOCRYPT – tímto systémem jsou kódovány tzv. programy SKY, určené pro diváky ve V. Británii a Irsku.

Systém EUROCRYPT – tímto systémem jsou kódovány programy určené pro skandinávské státy (TV 3, TV 1000) a některé programy pro země Beneluxu (FILMNET), vysílané v normě D2-MAC. Tento systém je velmi dokonalejší a umožňuje další přídatné funkce.

Systém NAGRAVISION – SYSTER, kterým jsou vysílány programy pro německy mluvící země – např. PREMIERE, TELECLUB.

Pro tyto programy jsou v zemích, pro které jsou určeny, běžně dostupné dekodéry s patřičnými kartami. Karty jsou z těchto zemí nevývozní – nelze je prodávat zahraničním obyvatelům, tedy na ně nelze obdržet celní fakturu a legálně je vyvézt, proclít a zdanit, třeba do České republiky. Nemohou být tedy u nás prodávány běžným způsobem. Podnikaví zájemci o tyto kódované programy si jistě k těmto kartám cestu naleznou. Pokud je mi známo, doposud neexistují ani u nás, ani v zahraničí na programy zakódované těmito třemi způsoby tzv. „pirátské“ dekodéry. Když u nás několik firem vyrábělo nelegální dekodéry pro snadno dekódovatelné programy FILMNET, TELECLUB a RTL 4 a slibovalo „automatickou změnu při změně kódu“, což se vždy při většině změn ukázalo jako mylné a firmy vždy lákaly další peníze z důvěřivých zákazníků za přepis obsahu paměti EPROM v dekodéru. Nevím, jaký postoj k zákazníkům zaujaly tyto firmy s příchodem nových způsobů kódování, ale nechtěl bych být v kůži ani jedné strany.

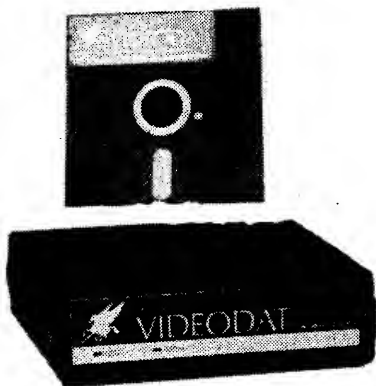
Poměrně běžně lze i u nás zakoupit dekodéry pro italské programy RAI 1 a RAI 2, u nichž je způsob kódování jednoduchý a dekodér se při přechodu na nový kód snadno přizpůsobí automaticky.

To, že program není kódován, není ještě známkou toho, že může být zdarma dál šířen, např. ve společných rozvodech a kabelových sítích. Do této skupiny programů patří totiž většina programů družice ASTRA. To asi není mnoho našich firem, zabývajících se zaváděním společných rozvodů a v případě, že se zástupci společnosti distribuující daný družicový program o rozvodu programu i náhodou dozvědí, mohou být finanční následky velice nepříjemné, obzvláště vzhledem k přepočtu naší měny.

Podobně, jako se tvůrci kódů snaží o to, aby jejich kód byl nerozluštělný, tak se i „hackeri“, jak jsou luštitelé kódů nazýváni, snaží o opak. Domnívám se však, že kódy jsou k tomu, aby se ten, kdo neplatí, také nedíval a tak to asi v budoucnu bude. Důležité je, aby se platilo tomu, komu peníze skutečně patří.

VIDEO DAT 2000

Na závěr se zmíním o velmi užitečném využití satelitního kompletu pro uživatele počítačů. Na německém satelitním programu PRO 7 je vysílán zakódovaný ve videosignálu rychlostí 15 000 baudů digitální tok dat, která obsahují obrovské množství informací – asi 1 GB týdně. Jedná se o hry, grafické programy, programy publikované zdarma, demo verze placených programů (které lze na základě objednávky a zaplacení uvolnit pro daný dekodér



Obr. 77. Dekodér datového kanálu „VIDEODAT“

– každý dekodér má svůj identifikační kód), výhodné nabídky výrobků a zboží, informace z průmyslu a světa financí atd. Tato data lze zpřístupnit pomocí dekodéru CHANNEL VIDEODAT VD 2000, který se jednoduše zapojí stíněným kabelem na videovýstup satelitního přijímače a sběrnici k počítači. Instalace dekodéru je velmi jednoduchá, nezáleží prakticky na délce a kvalitě kabelu s videosignálem a na jeho úrovni – dekodér si sám nastaví optimální parametry vstupního zesilovače.

K dekodéru se dodávají diskety s obslužným programem pro počítače IBM PC kompatibilní (MS-DOS), AMIGA a ATARI. Obsluha systému je rychlá a přehledná díky použitému systému nabídky, systém je velmi užitečný pro každého obchodníka, technika i ostatní uživatele počítačů, kterým přinese velmi mnoho důležitých informací. Nabízejí se zde také nejaktuálnější přehledy družicových programů a kompletní údaje o transpondérech jednotlivých družic – lze čerpat nejčerstvější informace

o nových družicových programech. Vnější provedení dekodéru VIDEODAT 2000 je na obr. 77.

Praktická část

Stavební návod na posicionér pro přijímač SALORA/NOKIA XLE 8901

Před časem se na našem trhu prodával poměrně kvalitní družicový přijímač SALORA/NOKIA XLE 8901. Tento přijímač svou koncepcí a parametry předběhl dobu. Vyhoví i náročnému zájemci, má velký komfort obsluhy a umožňuje připojit jak magnetický nebo mechanický polarizátor (podle provedení ovládacího modulu), tak i dvoupásmový konvertor (po přepnutí). Navíc přijímač má vestavěnou kompletní ovládací elektroniku posicionéru s mikroprocesorovým ovládáním a ovládací vedení posicionéru je vyvedeno na běžném pětikolovém konektoru na zadní stěně přístroje. Přístroj má dostatečnou rezervu programových míst a proto je škoda nepřipravit ho k „otočné“ vnější jednotce. Originální posicionér se na trhu vyskytoval v malém množství a jen na objednávku.

Popisovaná konstrukce vychází ze zapojení originálního posicionéru, zapojení je elektricky i mechanicky upraveno pro běžné součástky, dostupné na našem trhu. Posicionér navíc obsahuje generátor řídicích impulsů pro mechanický polarizátor, který je ve spojení s otočným systémem a dvoupásmovým konvertorem elektricky vhodnější. Vlastní přijímač je (podle verze) vybaven modulem pro ovládání magnetického polarizátoru a i když je korigován proud polarizátoru podle přijímaného kmitočtu (ladicím napětím tuneru je ne-

přímo částečně řízen proud polarizátoru), nelze dokonale kompenzovat kmitočtovou závislost natočením polarizační roviny. Přijímač je schopen totiž „zapamatovat si“ velikost proudu polarizátoru jen v rámci předvolby družice, nikoli však předvolby jednotlivého programu. Proto bude v tomto případě použití kmitočtově nezávislého mechanického polarizátoru vhodnější. Zařízení bude zřejmě stavět a provozovat osoba technicky zdatná, lze tedy předpokládat, že si poradí s případnou nutnou údržbou motoru a převodů polarizátoru. Schéma posicionéru je na obr. 78.

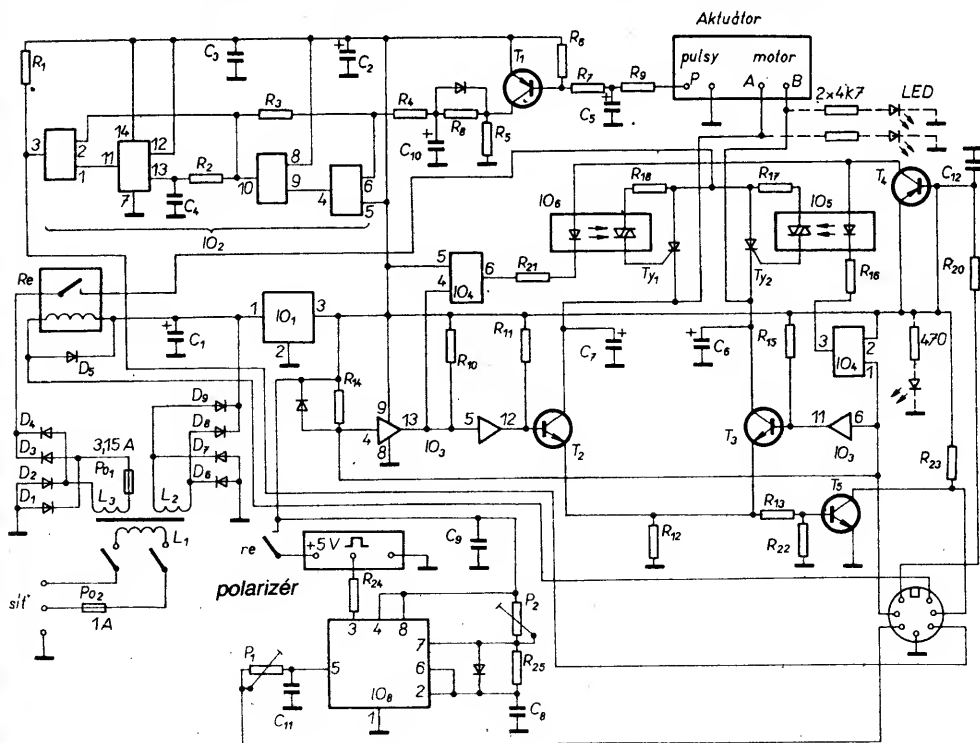
Posicionér je propojen s přijímačem sedmikolíkovým vedením, po kterém probíhá veškerá komunikace mezi oběma přístroji. Zapojení a funkce jednotlivých vývodů:

- 1 – povel „STOP“ – při nadměrném proudu motoru se zde objeví log. 0 a přijímač dostává povel, aby bylo přerušeno napájení motoru,
- 2 – ZEM, 0 V,
- 3 – přepínání směru východ/západ – reverzace motoru,
- 4 – tvarované impulsy pro zpětné hlášení polohy aktuátoru k přijímači,
- 5 – napětí pro řízení polarizace z přijímače – tímto napětím se řídí délka řídicích impulsů pro mechanický polarizátor,
- 6 – po propojení tohoto vývodu se zemí, 0 V (při zapnutí přijímače), se zapíná silový obvod posicionéru pomocí relé Re₁. Druhým kontaktem relé se zapíná napájecí napětí pro polarizátor,
- 7 – z tohoto vývodu jde po přivedení log. 0 (spojení s 0 V) povel k rozběhu motoru aktuátoru, změnou střídavého napětí pravoúhlého průběhu na tomto vývodu se zpomaluje motor při rozběhu a doběhu.

Číslování vývodů je shodné s normalizovaným číslováním špiček konektorů DIN.

Funkce posicionéru je poměrně jednoduchá díky řízení procesorovou jednotkou přijímače.

Síťový transformátor dává dvě napětí: pro napájení motoru a silových obvodů asi 24 V pro maximální odběr proudu 3 A a pro napájení dalších obvodů napětí asi 8 až 9 V při odběru proudu asi 250 mA. Střídavé napětí z transformátoru se usměrňuje můstkovým usměrňovačem s diodami D₆ až D₉ a stabilizuje stabilizátorem IO₁ na 5 V. Tímto napětím jsou napájeny jednak řídicí obvody silové části, jednak generátor impulsů pro řízení polarizátoru a polarizátor. Ovládací obvod motoru aktuátoru je tvořen kombinovaným můstkem, vytvořeným dvojicí Darlingtonových výkonových tranzistorů T₂ a T₃ (např. KD367) a dvojicí tyristorů T₅ a T₆ (např. KT201/100), které jsou napájeny pulsujičím napětím z usměrňovače (diody D₁ až D₄). Báze tranzistorů spodní poloviny můstku jsou řízeny integrovaným obvodem IO₃ (ULN2003A). Tyristory horní poloviny můstku jsou vzhledem k nutnému oddělení „plovoucího“ řídicího napětí ovládány optoelektrickými členy IO₅ a IO₆ s diodou diak (MOC3020).



Obr. 78. Schéma posicionéru pro družicový přijímač SALORA XLE 8901

Tato poněkud méně obvyklá součástka je běžně dostupná např. u firmy CONRAD (CENA 2,65 DM/kus). Jednoduchá logika s integrovanými obvody IO₃ a IO₄ se stará o reverzaci motoru zapojeného do úhlopříčky můstku a o to, aby nemohly být současně sepnuty obě větve můstku. Obvod se snímacím rezistorem R₁₂ a tranzistorem T₅ hlídá proud motoru. Jakmile se z nějakých příčin zvětší odběr proudu motorem (např. najetím na doraz při špatně nastavených koncových spínačích, násilným zabrzděním antény, překážkou v dráze atd.), zvětší se úbytek napětí na rezistoru R₁₂, otevře se tranzistor T₅ a procesor v přijímači dostane povel k odpojení motoru – zavře se tranzistor T₄ a tím se také odpojí optoelektrické členy a rozpojí všechny součástky můstku. Impulsy zpětného hlášení z jazýčkového kontaktu aktuátoru jsou tvarovány a protizákmitově ošetřeny obvodem s tranzistorem T₁ a časově uzpůsobeny monostabilním obvodem s integrovaným obvodem IO₂. Tento obvod také zabraňuje generování „falešných impulsů“ při zapnutí přístroje. „Čisté“ impulsy jsou přiváděny do přijímače a řídicího procesoru.

Generátor napětí pravoúhlého průběhu pro řízení polarizátoru je napájen přes spínací kontakt relé ze stabilizovaného napětí 5 V a je tvořen známým integrovaným obvodem NE555 (IO₈) v běžném zapojení. Řídicí napětí pro regulaci délky kladných impulsů 1 až 2,2 ms je přiváděno do řídicího vývodu 5. Časové poměry v obvodu lze nastavit trimry P₁ a P₂.

Seznam součástek posicionéru

Rezistory – všechny (mimo R12) jakékoli miniaturní provedení

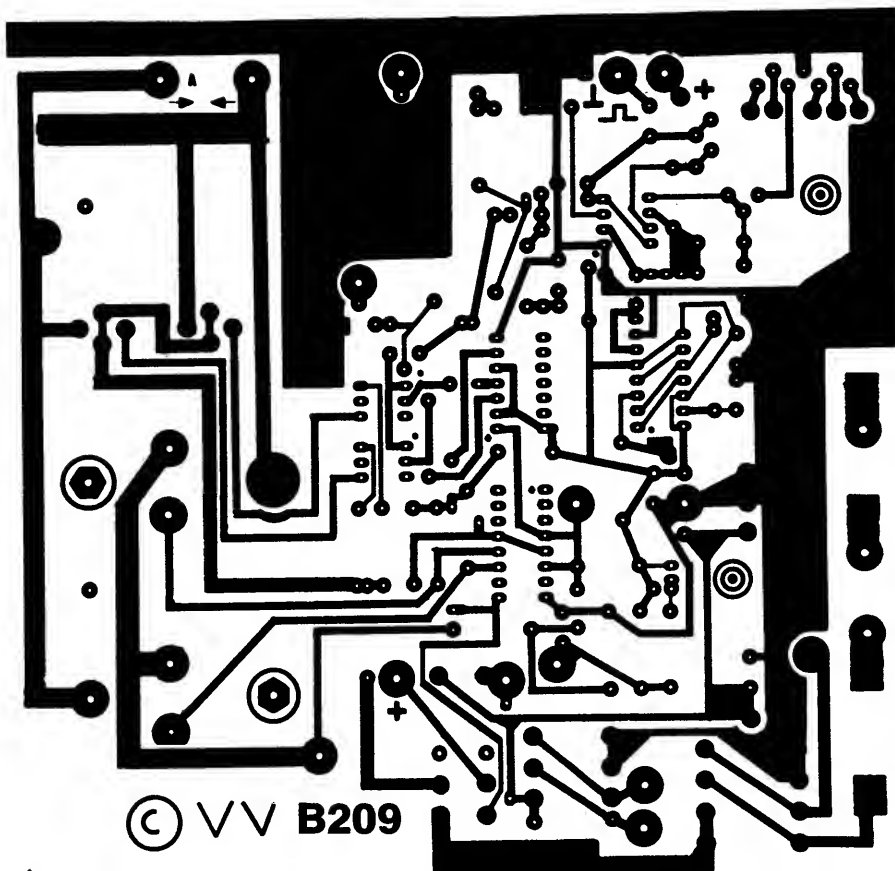
R1	10 kΩ
R2	22 kΩ
R3	47 kΩ
R4	8,2 kΩ
R5, R6, R8	470 Ω
R7	180 Ω
R9	150 Ω
R10	4,7 kΩ
R11	180 Ω
R12	0,68 Ω/5 W
R13	1,5 kΩ
R14	10 kΩ
R15	180 Ω
R16	120 Ω
R17, R18	150 Ω
R19	15 kΩ
R20	5,6 kΩ
R21	120 Ω
R22	820 Ω
R23	2,2 kΩ
R24	100 Ω
R25	120 kΩ

Odporové trimry do plošných spojů

P1	2,2 kΩ
P2	22 kΩ

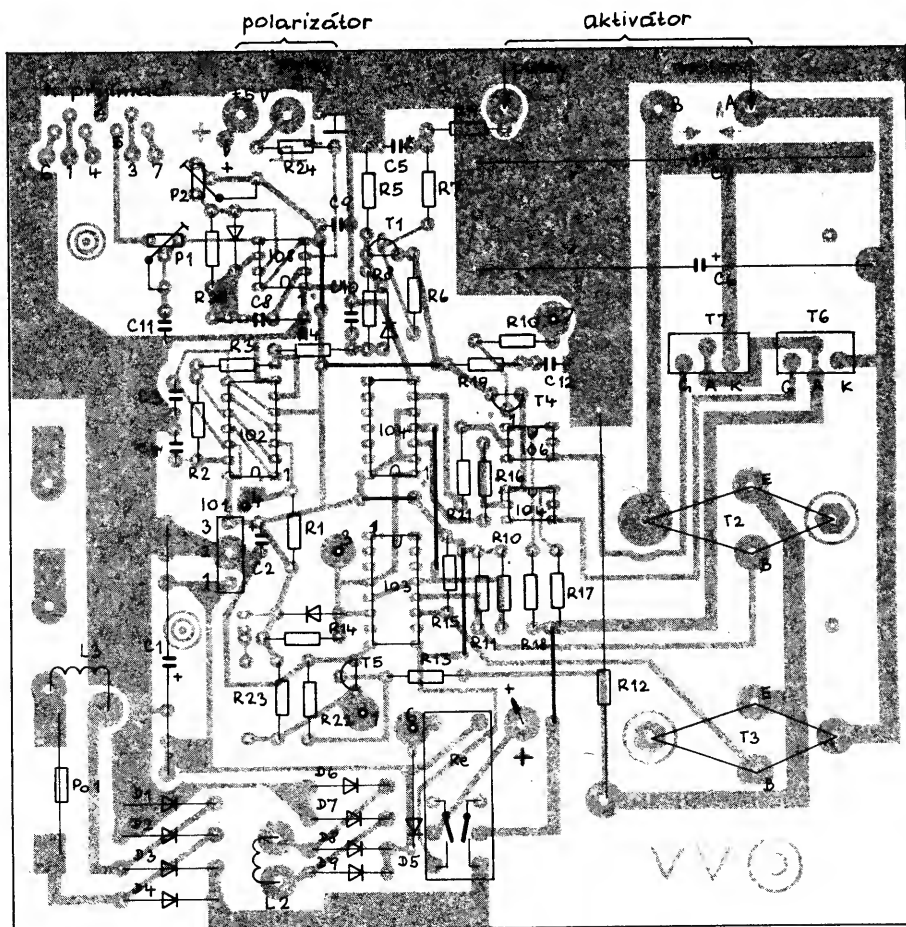
Kondenzátory

C1	1000 μF/16 V, elektrolytický
C2	10 μF/16 V, tantalový
C3, C4	100 nF, keramický
C5	10 μF/16 V, tantalový
C6, C7	2200 μF/40 V, axiál. elektrolyt.
C8	220 nF, fóliový MKH
C9	100 nF, keramický
C10	10 μF/16 V, tantalový



Obr. 79. Deska s plošnými spoji posicionéru

Obr. 80. Osazení desky s plošnými spoji posicionéru



C11, C12

10 nF, keramický

Diody

D1 až D4

1N5402 atd.,
min. 100 V/3 A

D5 až D9 1N4001 atd., min. 1 A/50 V

ostatní neoznačené KA206, 1N4148 nebo jiné univerzální Si

Tranzistory

T1, T4 BC557, 558 nebo jiné, Si p-n-p
T2, T3 KD367, KD367A apod.
T5 BC547, 548 nebo jiné, Si n-p-n

Tyristory

Ty₁, Ty₂ KT201/100 nebo jiný libovolný typ pro min. 3 A/100 V

Integrované obvody

IO1 LM7805, μ A7805, MA7805 atd.
IO2 CD4070, MM4070 atd.
IO3 ULN2003A
IO4 SN74LS38 atd.
IO5, IO6 MOC3020, MOC3010

Síťový transformátor asi 50 W
L1 primární vinutí 220 V/50 Hz
L2 sekundární vinutí asi 9 V/0,3 A
L3 sekundární vinutí asi 20 až 30 V/2 až 3 A

Ostatní součástky

Relé – dva spínací kontakty pro zatížení asi 3 A, cívka pro 9 až 12 V, provedení do plošných spojů na výšku s osmi vývody, spínací přepětové varistory 2× 56 V, 3× 8,2 V (pokud je použijeme), 2 diody LED a 2 předřadné rezistory 4 k Ω (pokud je použijeme), sedmikolíkoveý konektor DIN v provedení do plošných spojů

4pólová rychloupínací svorka
3pólová rychloupínací svorka
Po1 – pojistka T3,15 A s držáky do plošných spojů
Po2 – pojistka T1 A s přístrojovým držákem do panelu

Stavba posicionéru

Celý přístroj je postaven na jedné desce s plošnými spoji, obr. 79. Na desce jsou kromě síťového transformátoru, síťového spínače a konektorů pro připojení aktuátoru všechny součástky. Přímo do desky s plošnými spoji lze umístit i sedmikolíkoveý panelový konektor v provedení pro plošné spoje, pokud se ho podaří sehnat. Jinak ho lze umístit na panel skříně a propojit s deskou vodiči.

Síťový transformátor je nejvýhodnější z důvodů pracnosti výroby a dodržení nutných izolačních vlastností zakoupit hotový. Vyhoví každý transformátor se sekundárním napětím pro silovou část (vinutí L3) asi 20 až 30 V pro krátkodobé zatížení proudem asi 2 až 3 A – pokud bude napětí menší, aktuátor se bude pohybovat pomaleji. Jmenovité napětí motorů je 36 V a žádný mnou měřený posicionér tak velké napětí neměl, obvykle se napětí pohybovalo okolo 24 V. Rychlost motoru je při tomto napětí více než dostatečná. Napětí sekundárního vinutí L2 pro napájení relé a stabilizátoru je vhodné volit v rozmezí do 12 V. Při menším napětí by nemuselo spolehlivě spínat relé Re₁ – pokud

použijeme typ na 12 V. Vhodnější by bylo relé na 9 V nebo podobné, to však nebývá tak často k dostání. Lze použít i relé s cívkou pro 6 V a pokud by se příliš zahřívalo, předřadit mu vhodný rezistor. Větší sekundární napětí na L2 než 12 V je zbytečné a způsobuje zbytečné zahřívání integrovaného stabilizátoru IO1.

Stavba spočívá v podstatě jen v osazení desky s plošnými spoji a zapájení drátových propojek. Rezistor R₁₂ lze realizovat z kusu odporového drátu o průměru asi 0,6 mm (i více), nebo lze použít tovární drátový rezistor. Výkonové Darlingtonovy tranzistory pracují v saturaci, nevzniká na nich velká výkonová ztráta a nepotřebují v běžném provozu chladič. Posicionér bývá v akci krátkodobě. Chladit není třeba ani ostatní polovodičové součástky. Pokud bude napětí na sekundárním vinutí L3 transformátoru větší, než doporučené, bude se poněkud zahřívat IO₁ – pak je vhodné opatřit ho chladičem.

Mechanická konstrukce

Mechanická stavba přístroje je závislá na možnostech konstruktéra. Posicionér lze vestavět do některé ze skříní, prodáváných na našem trhu v soukromých prodejnách. Přístroj nemusí mít líbivý zevnějšek, protože pracuje bez obsluhy a může být umístěn skrytý. To ovšem neznamená, že nemusí být zhotoven co nejpečlivěji. Pozornost je potřeba věnovat izolačnímu provedení a dodržení bezpečných vzdáleností mezi síťovou částí a částí slaboproudou. Skříň je potřeba „nulovat“. V originálním zapojení byly všechny vývody posicionéru k vnější jednotce ošetřeny proti zemi napětíové závislými rezistory – varistory – pro odvedení případného přepětí a napětíových špiček. Pro vývody motoru je použito typů se spínacím napětím okolo 56 V, pro ostatní vývody 8,2 V. Pokud takové varistory seženeme, je vhodné této ochrany využít a varistory zapojit přímo na výstupní konektory proti „nulované“ kostře přístroje.

Pro vývody k aktuátoru a polarizátoru je vhodné použít pružinové rychlosvorky, které jsou známe ze zahraničních reproduktorových soustav.

Oživení

Oživení přístroje je velmi jednoduché, pokud nepoužijeme vadné součástky. Posicionér zatím nepřipojujeme k přijímači. Místo motoru zapojíme např. žárovku 24 V do automobilu s příkonem okolo 60 W (z reflektoru), paralelně k ní voltmetr pro indikaci polarity. Nezapojíme zatím pojistku Po₂ a posicionér zapojíme do sítě. Změříme napětí na výstupu stabilizátoru IO1 – musí být okolo 5 V. Vývod pro jazyčkový kontakt aktuátoru propojujeme rychle se zemí – imitujeme jazyčkový kontakt aktuátoru – a na špičce č. 4 konektoru kontrolujeme osciloskopem tvarované a prodloužené impulsy. Zákymy kontaktu musí být potlačeny. Pokud použijeme dobré součástky, vše bude v pořádku. Po vypnutí ze sítě vložíme pojistku Po₂ do držáku. Posicionér zapneme, žárovka nesmí svítit a voltmetr ukazuje

0 V. Vývod č. 7 konektoru spojíme se zemí, relé Re₁ sepne. Žárovka stále nesmí svítit.

Změříme napětí pro napájení polarizátoru, musí být 5 V při zatížení proudem asi 200 mA a osciloskopem můžeme předběžně zkontrolovat tvar a střidu impulsů pro polarizátor. Amplituda by měla být okolo 4,9 V, délka kladné části okolo 1,5 ms a opakovací kmitočet okolo 50 Hz, tj. délka celé periody 20 ms.

Definitivně přístroj nastavíme až po připojení k polarizátoru a přijímači trimry P₁ a P₂. Trimrem P₂ se nastavuje středová poloha polarizátoru, trimrem P₁ symetrický rozsah výchylek servomotoru tak, aby servo nenajíždělo do krajních poloh. Pak spojíme vývod č. 7 konektoru se zemí, žárovka se rozsvítí a voltmetr by měl ukazovat napětí okolo 24 V (podle napětí vinutí L3 transformátoru) jedné polarity. Vývod č. 7 odpojíme od země, žárovka zhasne. Se zemí dále spojíme vývod č. 3 a po něm znovu vývod č. 7. Žárovka se opět rozsvítí, voltmetr však ukazuje shodné napětí opačné polarity.

Pokud je vše v pořádku, můžeme připojit aktuátor a zopakovat zkoušku s připojeným motorem. Pozor, není vhodné připojovat a odpojovat vývod konektoru č. 3 od země, je-li motor v chodu, tj. jsou-li vývody č. 7 a 6 uzemněny. Nastává totiž proudká reverzace motoru bez předchozího zastavení a zapojení i motor jsou namáhány proudovými rázy. V případě, že je vše v pořádku, můžeme posicionér připojit k přijímači (vše ve vypnutém stavu) a zkusit činnost posicionéru ve spolupráci s přijímačem. Pak zbývá již jen najít polohy příslušných družic a uložit je do paměti přijímače.

• • •

Stavební návod pro posicionér k přijímači HINARI SAT 4501

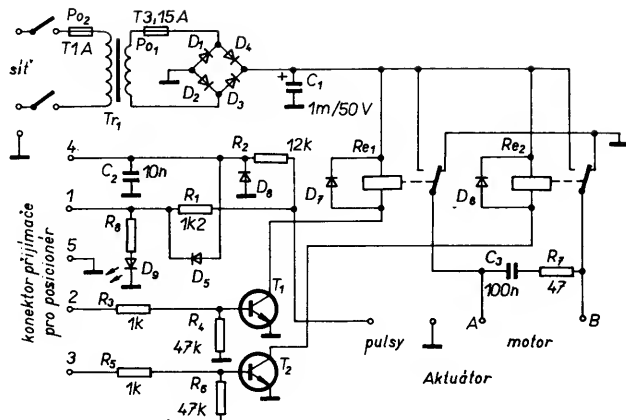
Na našem trhu se vyskytoval tento levný, ale poměrně kvalitní družicový přijímač z Dálného východu ve velkém množství. Přijímač má vestavěnou i řídicí logiku posicionéru a lze ho tedy výkonovou částí snadno doplnit. Tentokrát bude posicionér poněkud jednodušší, není třeba dokonce vyrábět desku s plošnými spoji. Stavba je elektromechanickou záležitostí a posicionér má jen několik málo součástek. Ke spínání a reverzaci elektromotoru aktuátoru slouží výkonová relé na napětí 24 V. Jsou spínána tranzistory v Darlingtonově zapojení. Chybí tentokrát obvod kontroly proudového odběru motoru. K tvarování impulsů zpětného hlášení aktuátoru slouží obvod podstatně jednodušší.

Přijímač má vývody pro posicionér soustředěny v pětikolíkoveým konektoru DIN. Funkce jednotlivých vývodů:

- 1 – napájecí napětí 5 V pro generátor impulsů zpětného hlášení polohy,
- 2 – pohyb antény směrem na západ,
- 3 – pohyb na východ,
- 4 – tvarované impulsy zpětného hlášení polohy,
- 5 – zem.

Zapojení posicionéru je na obr. 81.

Obr. 81. Schéma posic-
neru pro přijímač HINARI
4501



Seznam součástek

Tranzistory

T1, T2 – tranzistory n-p-n v Darlingtonově zapojení, min. 0,1 A/60 V, např. BD, BC, KD

Diody

D1 až D4 kompaktní můstkový usměrňovač min. 3 A/100 V
D5, D6 libovolné spínací (např. KA206, 1N4148 atd.)
D7, D8 usměrňovací min 1 A/100 V, např. KY131/100, 1N4002 atd.
D9 LED (libovolná zelená)

Rezistory (všechny mimo R7 stačí nejmenší provedení)

R1 1,2 kΩ
R2 12 kΩ
R3 1 kΩ
R4 47 kΩ
R5 1 kΩ
R6 47 kΩ
R7 47 Ω/0,5 W
R8 470 Ω

Kondenzátory

C1 1000 μF/50 V, elektrolytický
C2 10 nF, keramický
C3 0,1 μF/min 100 V, fóliový (MKH atd.)

Ostatní součástky

Tr1 síťový transformátor 220 V/22 V, 2 až 3 A
Po1 pojistka T3,15 A s držákem
Po2 pojistka T1A s držákem
panelová pětikolíková zásuvka DIN
síťová zástrčka přístrojová
relé 24 V/3 až 5 A

Činnost posicneru

Ovládací napětí pro pohyb antény se z přijímače přivádějí střídavě podle požadovaného směru pohybu antény do bázi tranzistorů T1 a T2 v Darlingtonově zapojení. V kolektorech tranzistorů jsou zapojena relé, napájená ze stejného zdroje napětí jako pohonný motor aktuátoru. Zdroj je tvořen síťovým transformátorem Tr1, diodovým můstkovým usměrňovačem D1 až D4 a filtračním kondenzátorem C1. V klidu je motor propojen kontakty relé nakrátko, aby se zkrátila jeho doba doběhu. Kontakty

relé, spínající motor, jsou odrušeny článkem RC, R7/C3.

Spojováním jazyčkového kontaktu zpětného hlášení polohy aktuátoru se přes rezistor R1 zkratovává na zem napětí 5 V, přiváděné z přijímače. Tím vznikají pravoúhlé impulsy, které jsou ošetřeny a integrovány obvodem s diodami D5 a D6, rezistorem R2 a kondenzátorem C2. Tvarované impulsy jsou přiváděny do přijímače, kde jsou registrovány ovládacím procesorem přijímače.

Stavba posicneru nevyžaduje vzhledem k jednoduchosti konstrukce desku s plošnými spoji. Síťový usměrňovač, transformátor, relé a kondenzátor C1 jsou přišroubovány v libovolné, dostatečně tuhé skříni šrouby M3 a M4. Tranzistory T1 a T2 jsou přímo na vývodech relé. Konektory pro připojení aktuátoru a přijímače jsou na zadní stěně posicneru, pro přijímač standardní pětikolíkový konektor, pro aktuátor rychloupínací čtyřpólový konektor s pružinovými kontakty. Přímou na vývodech pětikolíkové zásuvky je (případně na malé pomocné destičce s několika pájecími body) postaven obvod ke tvarování impulsů. Na přední stěně přístroje je svítivá dioda D9 a síťový spínač.

Opět připomínám nutnost dodržet izolační vlastnosti konstrukce a síťového transformátoru – nejlepší je použít profesionální výrobek. Skříň je nutno nulovat propojením s ochranným kolíkem zásuvky.

Uvedení do chodu

Uvedení posicneru do provozu je ve' jednoduché. Po připojení k síti zkontrolujeme, jsou-li kontakty obou relé rozpojeny. Pak přivádíme střídavě na vývody č. 2 a 3 konektoru napětí 5 V, vždy jedno relé sepne. Pokud je vše v pořádku, připojíme motor a vyzkoušíme jeho funkci a reverzací pohybu střídavým připojováním napětí 5 V na tyto špičky č. 2 a 3.

Potom můžeme připojit posicner k přijímači pětivodičovým kabelem. Dálkovým ovládáním vyzkoušíme „poujezd“ antény a funkci ovládacího obvodu přijímače. Pokud přijímač hlásí „NP“, pak je závada v obvodu impul-

sního zpětného hlášení polohy a tento obvod nebo jazyčkový kontakt a vedení k němu překontrolujeme.

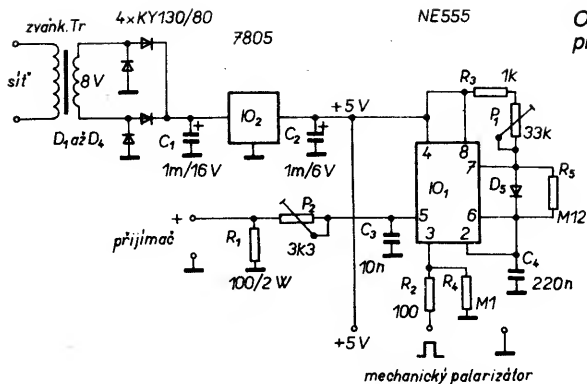
Stavební návod na převodník pro ovládání mechanického polarizátoru

V poslední době nastává jistá renaissance mechanických polarizátorů při konstrukci družicových souprav pro vícepásmový příjem s otočným systémem. Důvodem jsou nesporné výhody těchto polarizátorů – mnohem lepší izolace, tedy oddělení signálů vysílaných s vertikální a horizontální polarizací, zvláště při vyšších kmitočtech, dále někdy i menší propustný útlum a lepší teplotní stabilita. Pokud takový otočný systém provozuje osoba technicky zaměřená a nevdá ji nutnost občasných údržby mechanického polarizátoru, mohl jeho použití jen doporučit. Bohužel většina současných přijímačů vhodných pro vícepásmový příjem má výstupy pouze pro polarizátory magnetické. Světlou výjimkou jsou přijímače GRUNDIG STR 300 AP, které však neobsahují dekodér zvukového systému PANDA.

Potřeba postavit převodník, tj. vlastně přízpůsobovací člen, vznikla při provozování družicových přijímačů NOKIA 2200 a 2202, které patří k současně světové špičce, a to jak po zvukové, tak i obrazové stránce.

Převodník je velmi jednoduchý, je to vlastně napětím řízený generátor kladných pravoúhlých impulsů s dobou trvání okolo 1 až 2 ms a s opakovacím kmitočtem okolo 45 až 50 Hz. Řídicím napětím je úbytek na rezistoru R1, který je zapojen jako náhradní zátěž do svorky přijímače místo magnetického polarizátoru. Součástí převodníku je i samostatný síťový zdroj, který je však nutný jen tehdy, nemá-li přijímač vyvedeno napájení 5 V, např. pro optický snímač aktuátoru atd.

Převodník je tvořen integrovaným obvodem IO1 – časovač NE555 – v zapojení jako astabilní klopný obvod řízený napětím do vývodu č. 5. Řídicí napětí vzniká obvykle jako napětí obojí polaroty. Pokud má přijímač uzemněnu jednu výstupní svorku pro magnetický polarizátor, zapojí se tento řídicí vstup na živý vývod. Pokud není žádný vývod na přijímači spojen se zemí a polarizátor je řízen symetricky, lze řídicí vývod zapojit na kterýkoli z obou vývodů pro polarizátor. Napájecí zdroj (pokud je třeba) je tvořen běžným způsobem z usměrňovače a stabilizátoru IO2. K napájení lze s výhodou použít běžný zvukový transformátor (secke pro 5 V nebo 8 V podle odběru polarizátoru).



Obr. 82. Schéma zapojení převodníku pro řízení mechanického polarizátoru

Integrované obvody

IO1 NE555

IO2 stabil. 5 V, min. 0,5 A, např. LM7805, μ A7805 atd.

zvonkový transformátor 220 V/0-3-5-8 V

Mechanickou stavbu vzhledem k jednoduchosti přístroje není asi třeba popisovat. Zapojení lze např. realizovat na univerzální desce s plošnými spoji atd.

Nastavení převodníku spočívá v nastavení střední polohy polarizátoru trimrem P₁ a v nastavení potřebného rozsahu dráhy polarizátoru trimrem P₂. Při nastavení je třeba dát pozor, aby servo polarizátoru zbytečně nenajíždělo do krajních poloh, neboť některé polarizátory mají systém s ne příliš mechanicky odolnými dorazy.

Literatura

[1] Ďurovič, S.: Rozhlasová družicová služba. NADAS: Praha 1980.

[2] Časopis TELESATELIT, SRN, ročník 1992.

[3] Servisní manuály různých družicových přijímačů.

Seznam součástek

Rezistory

R1 100 Ω /2 W

R2 100 Ω , stačí nejmenší, ale stabilní

R3 1 k Ω

R4 100 k Ω

R5 120 k Ω

Odporové trimry

P1 33 k Ω

P2 3,3 k Ω

Kondenzátory

C1 1000 μ F/16 V

C2 1000 μ F/6 V

C3 10 nF, keram.

C4 220 nF

Diody

D1 až

D2 libovolné, min. 300 mA/50 V

D5 libovolná spínací DUS – KA206, 1N418 atd.

ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ VÍCEDRUŽICOVÉHO A VÍCEPÁSMOVÉHO PŘÍJMU

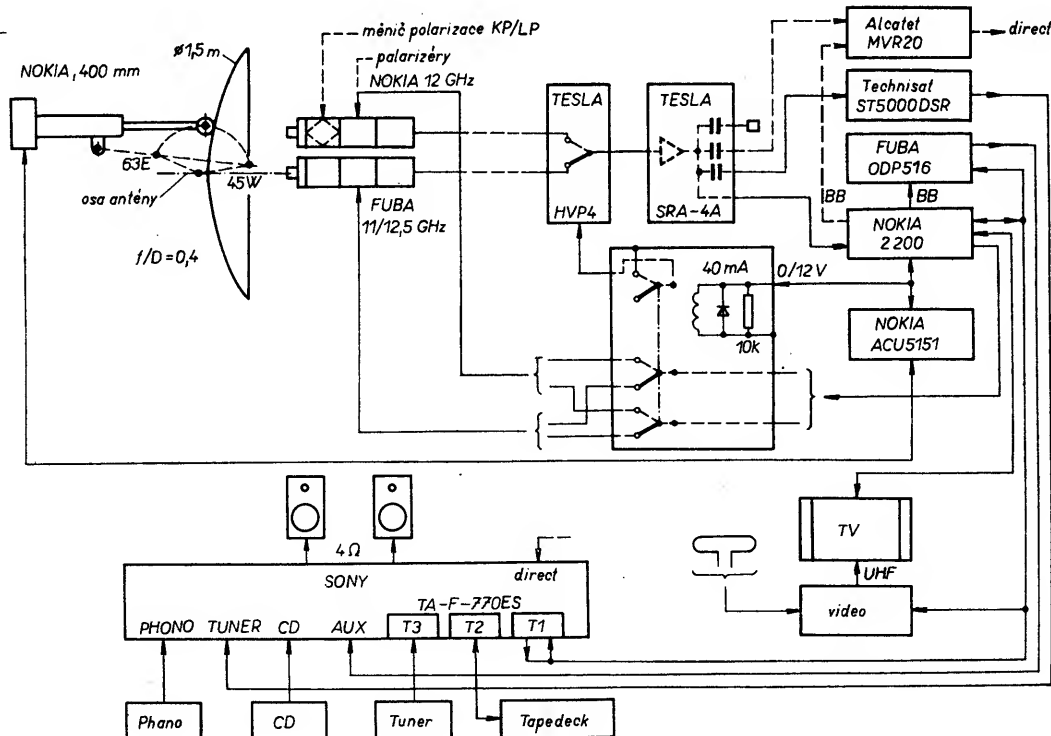
Ing. Jiří Otýpka, CSc.

V [1] jsem uvedl alternativní řešení polarizérů pro příjem signálů všech polarizací. Ve spojení s širokopásmovým konvertorem a přijímačem s rozšířeným mezifrekvenčním pásmem (950 až 2050 MHz) lze s jedním ozařovačem antény přijímat signály z družic

v pásmech pevné družicové služby 11/12,5 GHz a v pásmu rozhlasové družicové služby 12 GHz. V pásmu pevné družicové služby lze rovněž správně přijímat signály ruských družic HORIZONT, které používají v tomto pásmu kruhovou polarizaci. Ve

všech případech jsou příčně polarizované vlny potlačeny.

Protože jsme chtěli přijímat TV a rozhlasové signály v nejvyšší kvalitě a rovněž ve formátu D2-MAC a řídili se hodnocením zveřejněným v časopise VIDEO [2], vybrali jsme přijímač NOKIA 2200. Ten má ovšem rozsah mezifrekvenčních kmitočtů 950 až 1750 MHz. Dříve uvedená řešení anténní části lze použít za předpokladu, že systém doplníme pomocným konvertorem např. 1750 až 2000/950 až 1200 MHz, řešeným podle [3]. Pokud konvertor není k dispozici,



Obr. 1. Skupinové zapojení vícedružicového a vícepásmového systému se dvěma ozařovací anténami

lze použít dva ozařovače antény s příslušnými obvody. Celkové zapojení, u něhož bylo dbáno na to, aby byly kvalitně zpracovány zvukové signály, je na obr. 1.

Anténní část je tvořena dvěma systémy ozáření. V ose antény je umístěn systém pro příjem slabších signálů v pásmech pevné družicové služby 11/12,5 GHz. Aby nebylo nutné užívat útlumové destičky u polarizéru [1], je užito systému natáčení o 0/90°. Excentricky je umístěn systém pro příjem signálů v pásmu rozhlasové družicové služby. Hrubý odhad, jak se zmenší zisk antény pro tento systém a jaké budou postranní laloky, lze učinit podle [1]. Rovněž tak lze posoudit natočení osy svazku vůči ose antény. Vzhledem k minimálnímu odstupu družic 6° v tomto pásmu a průměru antény 1,5 m nepředstavuje zvětšená úroveň postranních laloků vážný problém z hlediska rušení. Méně dokonale potlačení příčné polarizovaných vln se u tohoto systému vážně neprojeví, neboť odstup sousedních kanálů je 19,18 MHz (proti 14,75 MHz u družic ASTRA). Je užito měniče polarizace KP/LP [1] a systém natáčení feritovým polarizérem 0/90°. Ovládací motor je umístěn tak, aby zvládl optimálně požadovaný rozsah natáčení antény 63E až 45W [4].

Systém řídí přijímač NOKIA. Pod programovým místem lze mj. uvést pozici antény a připojení konvertoru s příslušným polarizérem. Dva vstupy nebyly využity, neboť bylo nutné signály z antény rovněž přivést na přijímač digitálního rozhlasového systému DSR, příp. francouzského systému MVR20. Přijímač NOKIA má licenční zpracování zvuku v systému Wegener PANDA I a samostatné ladění subnosných zvuků. Lze tedy rovněž zpracovat stereofonní rozhlasové signály z družice TELECOM 2B. Bohužel systém TELESPEACE se odlišuje od systému Wegener a pro kvalitní příjem je nutné zařadit do přijímacího řetězce ještě stereofonní procesor firmy FUBA. Ten umožňuje kvalitní zpracování rozhlasových signálů z družice TELECOM. Za poznámku stojí uvést, že umožňuje rovněž příjem v systému „standard“ a systému „Wegener 1600“. Zlepšuje rovněž příjem zvukových doprovodů italských TV vysílání. Samostatné ladění subnosných zvuků také oceníme, když přijímáme takové programy, jako je EUROSPORT či EURO-NEWS. Dva členové domácnosti si mohou zvolit libovolný zvukový doprovod z dané nabídky.

Aby bylo možné zavést veškeré zvukové zdroje signálu do externích reproduktorů, byly signály vedeny přes zesilovač SONY

– obr. 1, který navíc dovoluje aktivovat dvě cesty: pro poslech a pro nahrávání.

Přijímač NOKIA i v režimu „standby“ udržuje zapojení přijímacího systému, jež odpovídá naposledy zvolenému programovému číslu. Propojí televizor s nf zesilovačem a videomagnetofonem.

Vzhledem k velkému signálu z družice TV Sat2 lze velmi dobře s proměnným atenuátorem a výstupem S-metru přijímače změřit úroveň postranních laloků a přibližně určit jejich směr (ACU či pomocí čela antény a vzdáleného referenčního bodu). Jsou v přibližném souhlasu s výsledky v [1].

Použité řešení neumožní správně přijímat TV signál družice HORIZONT – 14 W s kruhovou polarizací. Příčně polarizované složky nelze potlačit a, což je nepříjemnější, je s tím spojeno zmenšení úrovně signálu o 3 dB. Pokud na správném příjmu i této družice záleží, použijeme pro pásma pevné služby polarizátor pro všechny polarizace.

Pokud chceme chránit systém ozařovačů proti povětrnostním vlivům a přitom výrazně nezhorsit vlastnosti antény, použijeme kryt z tenkého polystyrenu či umaplexu, který je natřen lesklou bílou barvou. Anténní systém je patrný z fotografií na obr. 2 a obr. 3.

S uvedenou přijímací stanicí je možné přijímat mj. signály méně známých družic jako je Marco Polo – 31W (D-MAC), HISPA-SAT – 30W (tve – PAL, pot. další čtyři kanály) či THOR – 1W (D-MAC). S formátem D-MAC si však přijímač neporadí.

Technicky nej kvalitnější rozhlasové signály poskytuje digitální družicový rozhlas: TV Sat2 a DFS1 (DSR), EUT. II F1 a TELECOM 2B (MVR20), následují digitální audio-signály při příjmu ve formátu D2-MAC, označené HQ, a nakonec analogové standardní systémy, systém TELESPEACE a systém Wegener.

Mluvíme-li o rozhlasovém vysílání z družic, máme většinou na mysli rozhlasová vysílání přidružená k danému televiznímu programu. V dané chvíli se pro přenos používá systém Wegener (ASTRA, EUTELSAT, INTELSAT) a TELESPEACE (TELECOM France). Dosahovaný poměr signálu k šumu u těchto dvou přenosových systémů se pohybuje v oblasti 50 až 55 dB. Zvětšení dynamického rozsahu (než jaké plyne z objektivně měřeného poměru signálu k šumu) se u těchto dvou systémů dosahuje vhodně volenými metodami komprese a expanze signálu na vysílací a přijímací straně. V SRN byl na počátku osmdesátých let navržen a vyvinut systém digitálního družicového rozhlasu – DSR (Digital Satellite Radio),

ktejž umožňuje přenášet jedním transpondérem družice 16 stereofonních (32 mono-fonních) rozhlasových programů v kvalitě kompaktní desky. Dosažitelný poměr signálu k šumu na výstupu přijímače může být až 96 dB, tedy podstatně větší, než u analogových systémů. Signál lze přenášet s větší dynamikou, až 88 dB, a s menším zkreslením 0,01 %. V dané chvíli používá Spolková pošta po jednom transpondéru na družici Kopernikus (23,5E, pásmo 12,5 GHz) a na družici TV Sat2 (19W, pásmo 12 GHz) pro přenos paketu 16 programů. Na své si zde přijdou zejména zájemci o vážnou hudbu, nechybí ovšem ani hudba zábavná a informace. U nás lze získat tuner pro příjem DSR u firmy TES Litvínov [6]. Nabízí kromě již na obr. 1 uvedeného typu pro vstupní signály kmitočtů 950 až 1750 MHz a 118 MHz též pro stejné vstupní signály typ STD5000DSR, jenž má i digitální výstupy a typ CTD500DSR, jenž má rovněž digitální výstupy, ale kmitočty vstupních signálů musí být v pásmu kabelového rozvodu 47 až 479 MHz. Více se lze o technických parametrech dozvědět v [7].

U obrazu oceníme ostrost přechodů barev a potlačení intermodulačního rušení jas-bareva ve formátu D2-MAC. Ve formátu D2-MAC přijímač zpracovává teletext a umožňuje deskramblovat – je-li k dispozici příslušná karta – programy (EUROCRYPT).

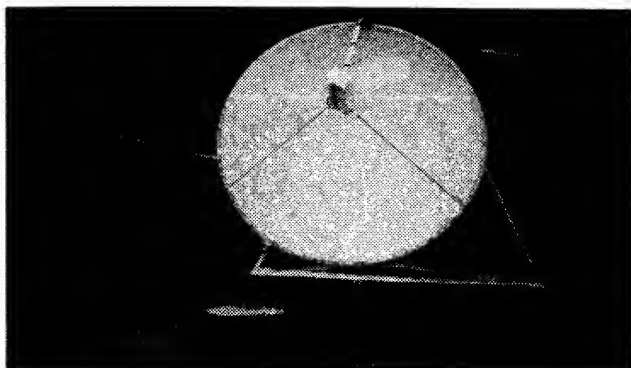
Mezi překvapení při příjmu patří možnost zachytit volné vysílání ve formátu D2-MAC, jež si nic nezadá s kanálem RHD.

Mezi nedostatky přijímače NOKIA stejně jako stereofonního procesoru FUBA patří malý počet programových míst. Registrovat si různé rozhlasové stanice pod různými programovými čísly je prakticky nemožné. U přijímače NOKIA je problém vystačit s 99 místy pro TV programy. Abychom mohli použít polarizér pro všechny polarizace ve spojení s širokopásmovým konvertorem, bylo by rovněž vhodné rozšířit mf pásmo tohoto velmi kvalitního přijímače. Přijímač není vybaven časovačem pro nahrávání.

Alternativou k přijímači NOKIA jsou nové TV přijímače firmy Loewe, které již mají rozšířené mf pásmo a umožňují přepínat vertikální vychylování obrazovky ze standardního formátu 4:3 na formát 16:9 [5]. Poskytují obraz i zvuk kvalitnější než dříve vyráběné typy [2]. Počet programových míst mají jako NOKIA – 99.

Literatura

- [1] Otýpka, J.: Vicedružicový a vícepásmový příjem. Sdělovací technika 45, č. 7/1992.



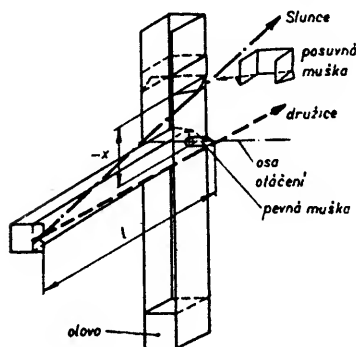
Obr. 3. Celkový pohled na anténní systém: anténa zaměřena na INTELSAT 63E



Obr. 2. Systém ozařovačů antény

Určení pozice družice podle času Slunce [1]

K posouzení přímého výhledu na zvolenou družici může sloužit kompas, vodováha a úhloměr, můžeme však velice efektivně posoudit možnost příjmu ze zvoleného místa pro anténu pomocí Slunce. Podle programu DRUŽICE ve [2], který je napsán v jazyce CW-BASIC, jenž je součástí operačního systému MS DOS osobního počítače, můžeme určit čas Slunce, v němž je azimut Slunce roven azimutu zvolené družice. Dvakrát do roka (3. 3. a 11. 10.) Slunce obíhá zdánlivě po geostacionární dráze. Ve vypočítaném čase Slunce se Slunce „nachází“ na pozici zvolené družice. Použijeme-li přípravek podle obr. 1, můžeme pozici družice, svítí-li

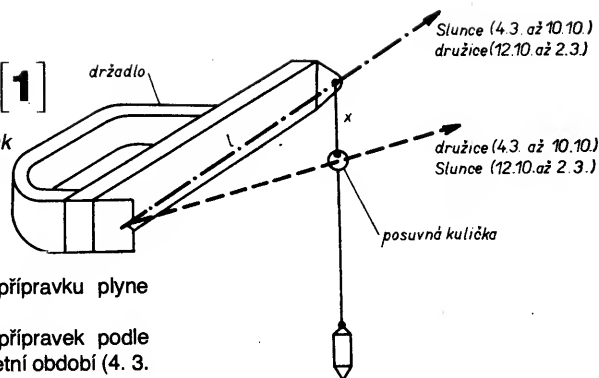


Obr. 1. Přípravek

Slunce, nalézt v libovolný den roku. Vstupními daty programu jsou údaje o zeměpisné poloze stanoviště antény, subsatelitním bodu družice a referenční údaje z Hvězdářské ročenky (či alternativně údaje o východu a západu Slunce z denního tisku). V ČR je vztažným místem jak Hvězdářské ročenky, tak denního tisku, jenž tato data přejímá, místo 15E, 50N. Zkoumáme-li vypočítané údaje, dojdeme k závěru, že pro ČR postačí (s přesností 0,5°) určit pozici družice, udat časy Slunce a součinitele ve vztahu $x = k \times l$ pro střed ČR. Dále dojdeme k závěru, že vypočítané časy Slunce pro jeden rok lze bez větších odchylek používat i v letech následujících. U zaměřovacího přípravku nastavíme nejprve vzdálenost x mušky „Slunce“, zaměříme Slunce (použijeme stínítko před muškou „Slunce“) a za muškou „družice“ je pozice hledané družice.

V příložené tabulce jsou potřebná data pro střed ČR – Kutnou Horu. Data pro 3. 3. lze po odečtení 25.14 minut použít rovněž 11.10.

Obr. 2. Jednodušší přípravek



Největší rozsah stupnice přípravku plyne z dat pro 22. 6. a 22. 12.

Alternativní, jednodušší přípravek podle obr. 2 bude vyžadovat pro letní období (4. 3. až 10. 10.) vypočítat nové konstanty výrazu $x = k \times l$. Vzhledem k tomu, že elevace Slunce a elevace družice jsou programem vypočítány, je konstanta k , odpovídající uspořádání přípravku, podle obr. 2 pro letní období.

$$K_{\text{mod}} = \cos \tau_{\text{Sl}} (\tan \tau_{\text{Sl}} - \tan \tau_{\text{dr}})$$

Program doplníme, chceme-li používat přípravek podle obr. 2, jednou řádkou s výpočtem modifikované konstanty k a jednou řádkou pro tisk.

```
792 XY=INT(1000*(TAN(TAU*PDM)-TAN(T(I)))/
      *COS(TAU*PDM))/1000
```

```
872 PRINT"x mod ="XY;"*1"
```

Pro lepší přehlednost výsledků lze v programu, uvedeném ve [2], doplnit následující řádky:

```
175 DIM DR(N)
```

```
195 INPUT"NAZEV DRUŽICE=?":DR(I)
```

```
265 PRINT"DRUŽICE":DR(I)
```

```
382 PRINT
```

```
384 INPUT"DATUM(D.M.R)=?":Z
```

```
386 PRINT"CASY PRO DEN":Z
```

```
388 PRINT
```

```
795 PRINT"DRUŽICE":DR(I)
```

```
797 PRINT"VZD DRUŽICE(st.)":R(I)
```

```
870 PRINT"x mod ="XY;"*1(k musce družice)"
```

```
872 PRINT"x mod ="XY;"*1(k musce Slunce)"
```

```
792 XY=INT(1000*(TAN(TAU*PDM)-TAN(T(I)))/
      *COS(TAU*PDM))/1000
```

Literatura

- [1] Seminář o družicovém vysílání. Euroškola, 4. 5. 1993, Praha.
- [2] Otýpka, J.: Antény pro družicový příjem. NČSAV: Praha 1993. (inf.: 02/527544.)
- [3] Otýpka, J.: Sender-Jagd auf allen Ebenen. Funkschau 1993, č. 4.

Ing. Jiří Otýpka, CSc.

CASY PRO DEN: 3.3.

```
DRUŽICE      : INTELSAT 602
VZD DRUŽICE(st.) = 63
CAS SL. (H:M:S) = 8 : 42 : 17
x             = .001 *1
```

```
DRUŽICE      : INTELSAT 604
VZD DRUŽICE(st.) = 60
CAS SL. (H:M:S) = 8 : 55 : 9
x             = 0 *1
```

```
DRUŽICE      : EUTELSAT II F5(*1993)
VZD DRUŽICE(st.) = 36
CAS SL. (H:M:S) = 10 : 39 : 35
x             = -.004 *1
```

```
DRUŽICE      : DFS Kopernikus 1
VZD DRUŽICE(st.) = 33.5
CAS SL. (H:M:S) = 10 : 50 : 34
x             = -.004 *1
```

```
DRUŽICE      : DFS Kopernikus 2
VZD DRUŽICE(st.) = 28.5
CAS SL. (H:M:S) = 11 : 12 : 36
x             = -.004 *1
```

```
DRUŽICE      : DFS Kopernikus 3
VZD DRUŽICE(st.) = 23.5
CAS SL. (H:M:S) = 11 : 34 : 40
x             = -.005 *1
```

```
DRUŽICE      : ASTRA SYSTEM
VZD DRUŽICE(st.) = 19.2
CAS SL. (H:M:S) = 11 : 53 : 39
x             = -.005 *1
```

```
DRUŽICE      : EUTELSAT II F3
VZD DRUŽICE(st.) = 16
CAS SL. (H:M:S) = 12 : 7 : 48
x             = -.005 *1
```

```
DRUŽICE      : EUTELSAT II F1 & F6(*1994)
VZD DRUŽICE(st.) = 13
CAS SL. (H:M:S) = 12 : 21 : 2
x             = -.005 *1
```

```
DRUŽICE      : EUTELSAT II F2
VZD DRUŽICE(st.) = 10
CAS SL. (H:M:S) = 12 : 34 : 19
x             = -.005 *1
```

```
DRUŽICE      : EUTELSAT II F4
VZD DRUŽICE(st.) = 7
CAS SL. (H:M:S) = 12 : 47 : 33
x             = -.005 *1
```

```
DRUŽICE      : TELE X
VZD DRUŽICE(st.) = 5
CAS SL. (H:M:S) = 12 : 56 : 22
x             = -.005 *1
```

```
DRUŽICE      : TELECOM IC
VZD DRUŽICE(st.) = 3
CAS SL. (H:M:S) = 13 : 5 : 12
x             = -.004 *1
```

```
DRUŽICE      : INTELSAT 512 & THOR
VZD DRUŽICE(st.) = -1
CAS SL. (H:M:S) = 13 : 22 : 50
x             = -.004 *1
```

```
DRUŽICE      : TELECOM 2B
VZD DRUŽICE(st.) = -5
CAS SL. (H:M:S) = 13 : 40 : 26
x             = -.004 *1
```

```
DRUŽICE      : TELECOM 2A
VZD DRUŽICE(st.) = -8
CAS SL. (H:M:S) = 13 : 53 : 35
x             = -.003 *1
```

```
DRUŽICE      : HORIZONT-STATIONAR 4
VZD DRUŽICE(st.) = -14
CAS SL. (H:M:S) = 14 : 19 : 50
x             = -.003 *1
```

```
DRUŽICE      : INTELSAT 515
VZD DRUŽICE(st.) = -18.5
CAS SL. (H:M:S) = 14 : 39 : 28
x             = -.002 *1
```

```
DRUŽICE      : TDF1/2 & OLYMPUS & TV Sat 2
VZD DRUŽICE(st.) = -19
CAS SL. (H:M:S) = 14 : 41 : 38
x             = -.002 *1
```

```
DRUŽICE      : INTELSAT K F1 & 502
VZD DRUŽICE(st.) = -21.5
CAS SL. (H:M:S) = 14 : 52 : 29
x             = -.001 *1
```

```
DRUŽICE      : INTELSAT 605
VZD DRUŽICE(st.) = -24.5
CAS SL. (H:M:S) = 15 : 5 : 29
x             = -.001 *1
```

```
DRUŽICE      : INTELSAT 601
VZD DRUŽICE(st.) = -27.5
CAS SL. (H:M:S) = 15 : 18 : 24
x             = 0 *1
```

```
DRUŽICE      : HISPASAT 1A & 1B(*1993)
VZD DRUŽICE(st.) = -30
CAS SL. (H:M:S) = 15 : 29 : 9
x             = 0 *1
```

```
DRUŽICE      : Marco Polo
VZD DRUŽICE(st.) = -31
CAS SL. (H:M:S) = 15 : 33 : 28
x             = .001 *1
```

```
DRUŽICE      : INTELSAT 603
VZD DRUŽICE(st.) = -34.5
CAS SL. (H:M:S) = 15 : 48 : 26
x             = .001 *1
```

```
DRUŽICE      : ORION(*1993)
VZD DRUŽICE(st.) = -47
CAS SL. (H:M:S) = 16 : 40 : 40
x             = 0 *1
```

```
DRUŽICE      : PAN AM SAT
VZD DRUŽICE(st.) = -45
CAS SL. (H:M:S) = 16 : 32 : 58
x             = .004 *1
```


DRUŽICE : DFS Kopernikus 1
VZD DRUŽICE(st.) = 23.5
CAS SL. (HrM: S) = 11 : 39 : 37
x = -1.143 *1
x mod = .688 *1

DRUŽICE : ASTRA SYSTEM
VZD DRUŽICE(st.) = 19.2
CAS SL. (HrM: S) = 11 : 50 : 34
x = -1.147 *1
x mod = .688 *1

DRUŽICE : EUTELSAT II F1 & F6(*1994)
VZD DRUŽICE(st.) = 13
CAS SL. (HrM: S) = 12 : 6 : 28
x = -1.147 *1
x mod = .688 *1

DRUŽICE : TDF1/2 & OLYMPUS & TV Sat 2 & EUROPEAT 1(*1994)
VZD DRUŽICE(st.) = -19
CAS SL. (HrM: S) = 13 : 30 : 13
x = -1.045 *1
x mod = .614 *1

DRUŽICE : DFS Kopernikus 3:
VZD DRUŽICE(st.) = 23.5
CAS SL. (HrM: S) = 11 : 12 : 34
x = .291 *1
x mod = -.332 *1

DRUŽICE : ASTRA SYSTEM
VZD DRUŽICE(st.) = 19.2
CAS SL. (HrM: S) = 11 : 36 : 1
x = .29 *1
x mod = -.331 *1

DRUŽICE : EUTELSAT II F1 & F6(*1994)
VZD DRUŽICE(st.) = 13
CAS SL. (HrM: S) = 12 : 9 : 51
x = .29 *1
x mod = -.331 *1

DRUŽICE : TDF1/2 & OLYMPUS & TV Sat 2 & EUROPEAT 1(*1994)
VZD DRUŽICE(st.) = -19
CAS SL. (HrM: S) = 15 : 1 : 58
x = .314 *1
x mod = -.343 *1

PŘEVODNÍKY A/D 8 b.

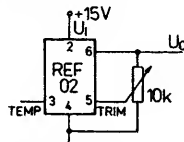
(Dokončení z AR B1, B2/93)

Integrované zdroje referenčního napětí REF-02 výrobce PMI jsou obsaženy v tabulce 38. Všechny hlavní elektrické údaje (mimo výstupní napětí) se s malými odchylkami shodují s obvody řady REF-01, což je dáno prakticky shodnou konstrukcí elektrického zapojení.

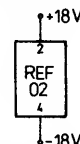
Výstupní napětí zdrojů s obvodem REF-02 je možné nastavit na přesné napětí +5 V, popř. toto napětí upravit v rozsahu ± 300 mV podle zapojení na obr. 107. Potenciometrem 10 k Ω je možné odstranit chybu systému přivedením referenčního napětí mírně odlišného od +5 V. Dovořená tolerance upraveného napětí dovoluje nastavit napětí na 5,12 V, potřebné pro binární aplikace. Úprava výstupního napětí neovlivňuje

teplotní vlastnosti součástky. Typický teplotní součinitel je 0,7 ppm/K při změně výstupního napětí o 100 mV.

Na obr. 108 je zapojení pro zkoušky obvodů REF-02 v tvrdých provozních podmínkách po dobu 24 h při teplotě 150 °C, podobně jako u obvodů REF-01.



Obr. 107. Zapojení pro přesné nastavení výstupního napětí obvodu REF-02 +5 V v rozsahu ± 300 mV



Obr. 108. Zkušební zapojení obvodu REF-02 při zkoušce odolnosti proti přetížení

Užitečný grafický průběh typického teplotního výstupního napětí v závislosti na pracovní teplotě od -55 do +125 °C referenčního obvodu REF-02A je na obr. 109. Z průběhu je patrné, nakolik se musí počítat s teplotním výstupním napětím při dané pracovní teplotě, popř. se změnami tohoto napětí v daném rozsahu pracovní teploty.

Základní doporučené zapojení přesného zdroje symetrického referenčního napětí ± 5 V s obvodem REF-02 a operačním zesilovačem OP-02 je na obr. 110. Kladné napětí se odebírá přímo z výstupu referenčního obvodu. Záporné napětí invertuje operační

Tab. 38. Elektrické údaje přesného zdroje referenčního napětí řady REF-02

REF-02			
Mezní údaje			
Vstupní napětí			
REF02, REF02A, E, H, RC, čipů	U_I	≤ 40	V
REF02C, D	U_I	≤ 30	V
Doba trvání zkratu výstupu vůči zemi nebo vstupnímu napětí	t_K	neomezená	
Teplota přechodu	β_j	≤ 150	°C
Rozsah provozní teploty okolí			
REF02, REF02A, REF02RC	β_o	$= -65$ až $+125$	°C
REF02E, REF02H, REF02CJ, CZ	β_o	$= 0$ až $+70$	°C
REF02CP, REF02CS	β_o	$= -40$ až $+85$	°C
Rozsah skladovací teploty			
součástky v pouzdru J, Z, RC	β_{atg}	$= -65$ až $+150$	°C
v pouzdru P	β_{atg}	$= -65$ až $+125$	°C
Charakteristické údaje			
Platí při $\beta_o = 25$ °C, $U_I = +15$ V, není-li uvedeno jinak.			
Výstupní napětí			
$I_L = 0$, bez zátěže			
REF02A, REF02E	U_O	$=$ jmen. 5; 4,985 až 5,015	V
REF02H, REF02H	U_O	$=$ jmen. 5; 4,975 až 5,025	V
REF02C	U_O	$=$ jmen. 5; 4,95 až 5,05	V
REF02D	U_O	$=$ jmen. 5; 4,90 až 5,10	V
Rozsah nastavení výstupního napětí			
$R_p = 10$ k Ω	ΔU_{TR}	$=$ jmen. ± 6 ; ± 3	%
REF02C	ΔU_{TR}	$=$ jmen. ± 6 ; $\pm 2,7$	%
REF02D	ΔU_{TR}	$=$ jmen. ± 6 ; $\pm 2,0$	%
Výstupní napětí šumové, mezivrcholové			
$f = 0,1$ až 10 Hz	U_{ON} M/M	$=$ jmen. 10; ≤ 15	μ V
REF02C	U_{ON} M/M	$=$ jmen. 12; ≤ 18	μ V
REF02D	U_{ON} M/M	$=$ jmen. 12	μ V

Změna výstupního napětí se změnou

vstupního napětí U_I

$U_I = 8$ až 33 V

$\Delta U_{OI} =$ jmen. 0,006; $\leq 0,01$ %/V

$U_I = 8$ až 30 V REF02C

$\Delta U_{OI} =$ jmen. 0,009; $\leq 0,015$ %/V

$U_I = 8$ až 30 V REF02D

$\Delta U_{OI} =$ jmen. 0,01; $\leq 0,04$ %/V

Změna výstupního napětí se změnou

zatěžovacího proudu I_L

$I_L = 0$ až 10 mA REF02A, E

$\Delta U_{OL} =$ jmen. 0,005; $\leq 0,010$ %/mA

$I_L = 0$ až 10 mA REF02H, H

$\Delta U_{OL} =$ jmen. 0,005; $\leq 0,010$ %/mA

$I_L = 0$ až 8 mA REF02C

$\Delta U_{OL} =$ jmen. 0,006; $\leq 0,015$ %/mA

$I_L = 0$ až 4 mA REF02D

$\Delta U_{OL} =$ jmen. 0,015; $\leq 0,04$ %/mA

Doba ustálení

na $\pm 0,1$ % konečné hodnoty

$t_{ON} =$ jmen. 5 μ s

Napájecí proud v klidu

$I_{CO} =$ jmen. 1,0; $\leq 1,4$ mA

REF02C

$I_{CO} =$ jmen. 1,0; $\leq 1,6$ mA

REF02D

$I_{CO} =$ jmen. 1,0; $\leq 2,0$ mA

Zatěžovací proud

$I_L =$ jmen. 21; ≥ 10 mA

REF02C, REF02D

$I_L =$ jmen. 21; ≥ 8 mA

Výstupní proud zkratový

$I_{SK} =$ jmen. 30 mA

$U_O = 0$ V

$-I_S =$ jmen. 0,5; $\geq 0,3$ mA

Zatěžovací proud do zdroje

$U_{YT} =$ jmen. 630 mV

Teplotné napětí výstupu

Platí při $U_I = +15$ V, $I_L = 0$ mA, není-li uvedeno jinak.

$\beta_o = -55$ až $+125$ °C: REF02, REF02A

$\beta_o = 0$ až $+70$ °C: REF02CJ, REF02CZ, REF02DZ, DP, DZ, REF02E, H

$\beta_o = -40$ až $+85$ °C: REF02CP, REF02CS

Změna výstupního napětí při

změně teploty t_1, t_2

$\beta_o = 0$ až $+70$ °C REF02E

$\Delta U_{OT} =$ jmen. 0,02; $\leq 0,06$ %

$\beta_o = 0$ až $+70$ °C REF02H

$\Delta U_{OT} =$ jmen. 0,07; $\leq 0,17$ %

$\beta_o = -55$ až $+125$ °C REF02A

$\Delta U_{OT} =$ jmen. 0,06; $\leq 0,15$ %

$\Delta U_{OT} = -55 \text{ až } +125 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02.	$\Delta U_{OT} = \text{žmen. } 0,18; \leq 0,45$	%
$\Delta U_{OT} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02CJ, CZ	$\Delta U_{OT} = \text{žmen. } 0,14; \leq 0,45$	%
$\Delta U_{OT} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02DJ, DP, DZ	$\Delta U_{OT} = \text{žmen. } 0,49; \leq 1,7$	%
$\Delta U_{OT} = -40 \text{ až } +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02CP, CS	$\Delta U_{OT} = \text{žmen. } 0,14; \leq 0,45$	%

Teplotní součinitel výstupního napětí ²⁾

REF02A., REF02E.	TKU _{OT}	= žmen. 3; $\leq 8,5$	ppm/K
REF02., REF02H.	TKU _{OT}	= žmen. 10; ≤ 25	ppm/K
REF02C.	TKU _{OT}	= žmen. 20; ≤ 65	ppm/K
REF02D	TKU _{OT}	= žmen. 70; ≤ 250	ppm/K

Změna teplotního součinitele výstupního napětí s nastavením výstupu

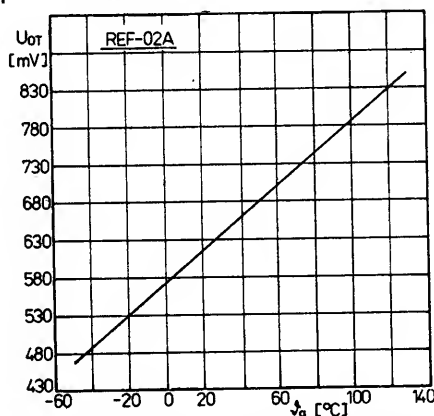
$R_p = 10 \text{ k}\Omega$		= žmen. 0,7	ppm/%
----------------------------	--	-------------	-------

Změna výstupního napětí se změnou vstupního napětí ²⁾

$U_I = 8 \text{ až } 33 \text{ V}$			
$\Delta U_{OI} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02E., H	$\Delta U_{OI} = \text{žmen. } 0,007; \leq 0,012$	%/V
$\Delta U_{OI} = -55 \text{ až } +125 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02., A	$\Delta U_{OI} = \text{žmen. } 0,009; \leq 0,015$	%/V
$U_I = 8 \text{ až } 30 \text{ V}$			
$\Delta U_{OI} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02CJ, CZ	$\Delta U_{OI} = \text{žmen. } 0,011; \leq 0,018$	%/V
$\Delta U_{OI} = -40 \text{ až } +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02CP, CS	$\Delta U_{OI} = \text{žmen. } 0,011; \leq 0,018$	%/V
$\Delta U_{OI} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02DJ, DP, DZ	$\Delta U_{OI} = \text{žmen. } 0,012; \leq 0,05$	%/V

Změna výstupního napětí se změnou zatěžovacího proudu

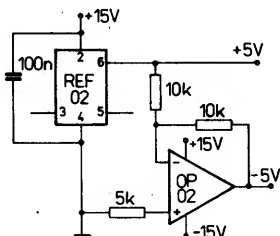
$I_L = 0 \text{ až } 8 \text{ mA}$			
------------------------------------	--	--	--



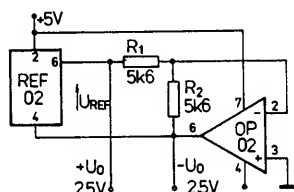
Obr. 109. Závislost teplotního výstupního napětí na pracovní teplotě referenčního obvodu REF-02A

zesilovač. Místo operačního zesilovače OP-02 se může použít domácí součástka MAA741.

Zajímavé zapojení na obr. 111 předpokládá zdroj přesného symetrického napětí poloviční velikosti, $\pm 2,5 \text{ V}$. Zdroj se napájí kladným napětím $+5 \text{ V}$, spolupracující operační zesilovač nesymetrickým napětím $+5 \text{ V}$ a -9 V . Výstupní napětí kladné je dáno odporu rezistorů R_1 a R_2 podle vztahu



Obr. 110. Zdroj symetrického referenčního napětí $\pm 5 \text{ V}$ s obvodem REF-02



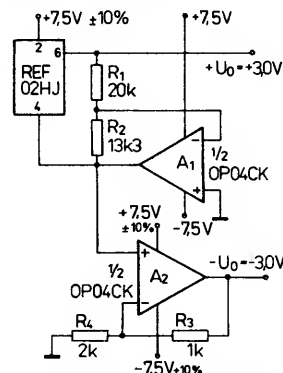
Obr. 111. Zdroj symetrického referenčního napětí $\pm 2,5 \text{ V}$ s obvodem REF-02

$$U_O = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{ref})$$

Výstupní napětí záporné je dáno vztahem

$$-U_O = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (U_{ref}).$$

Z technického hlediska je velmi zajímavé řešení zdroje symetrického napětí $\pm 3 \text{ V}$ podle obr. 112. Ve spojení s referenčním obvodem REF-02 pracuje dvojitý operační zesilovač OP-04, který se může nahradit domácí typem MA1458. Kladné referenční napětí $+3 \text{ V}$ se odebrá z výstupu referenčního obvodu, záporné referenční napětí -3 V z výstupu druhého operačního zesilovače. Obvod REF-02 i oba operační zesilovače se napájí napětím $\pm 7,5 \text{ V}$.

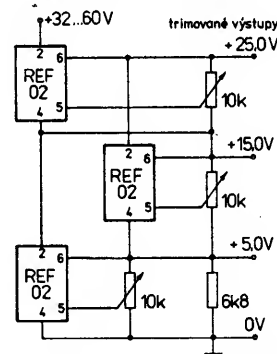


Obr. 112. Zapojení symetrického zdroje napětí $\pm 3 \text{ V}$ s obvodem REF-02

$\Delta U_{OL} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02E.	$\Delta U_{OL} = \text{žmen. } 0,006; \leq 0,010$	%/mA
$\Delta U_{OL} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02H.	$\Delta U_{OL} = \text{žmen. } 0,007; \leq 0,012$	%/mA
$\Delta U_{OL} = -55 \text{ až } +125 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02A.,	$\Delta U_{OL} = \text{žmen. } 0,007; \leq 0,012$	%/mA
$\Delta U_{OL} = -55 \text{ až } +125 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02.,	$\Delta U_{OL} = \text{žmen. } 0,009; \leq 0,015$	%/mA
$I_L = 0 \text{ až } 5 \text{ mA}$			
$\Delta U_{OL} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02CJ, CZ	$\Delta U_{OL} = \text{žmen. } 0,008; \leq 0,018$	%/mA
$\Delta U_{OL} = 0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02DJ, DP, DZ	$\Delta U_{OL} = \text{žmen. } 0,016; \leq 0,05$	%/mA
$\Delta U_{OL} = -40 \text{ až } +85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	REF02CP, CS	$\Delta U_{OL} = \text{žmen. } 0,008; \leq 0,018$	%/mA
Teplotní součinitel teplotního výstupního napětí ³⁾	TKU _{OT}	= žmen. 2,1	mV/K

1. Zaručeno návrhem systému čipu.
2. Změna výstupního napětí při změně vstupního napětí a změně zatěžovacího proudu je definována včetně vlastního oteplení.
3. Proud do a z vývodu č. 3 je omezen na 50 nA , kapacita tohoto vývodu na 30 pF .
4. ΔU_{OT} je definována jako absolutní rozdíl mezi maximálním a minimálním výstupním napětím v uveřejněném rozsahu teplot okolí, vyjádřeno v procentech 5 V podle vztahu
$$\Delta U_{OT} = \left| \frac{U_{\max} - U_{\min}}{5V} \right| \cdot 100$$
5. ΔU_{OT} může být specifikováno s trimovaným výstupem na $5,000 \text{ V}$ nebo výstupem netrimovaným.
6. TKU_{OT} je definováno jako ΔU_{OT} děleno rozsahem teploty, např.
$$TKU_{OT} (0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C}) = \frac{\Delta U_{OT} (0 \text{ až } +70 \text{ }^{\circ}\text{C})}{70 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

Referenční obvody REF-02 se mohou sériově zapojovat za účelem získání několika referenčních napětí, např. $5, 10, 15 \text{ V}$ apod., podobně jako obvody REF-01. Mohou se však též kombinovat se sériově zapojenými obvody REF-01, čímž se dosáhne jemnější odstupňovaného výstupního napětí. Návrh zapojení, na jehož výstupu se může odebrat referenční napětí $5, 15$ a 25 V , je uvedeno na obr. 113. Popsaný zdroj se napájí kladným

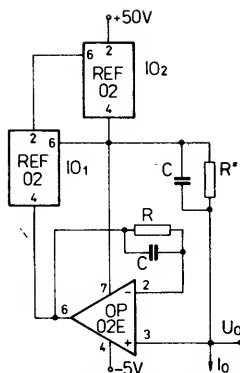


Obr. 113. Zdroj tří referenčních napětí $5, 15$ a 25 V s referenčním obvodem REF-02 a dvěma obvody REF-01

napětím v rozmezí od 27 do 55 V . Změna napájecího napětí v tomto širokém rozsahu vyvolá na výstupu změnu referenčních napětí, která je menší než šumové napětí použitých obvodů. Zatěžovací bočníkový rezistor R_B tvoří cestu klidovému napájecímu proudu regulátoru s napětím 15 V .

Všeobecně platí, že se popsaným způsobem může zapojit jakýkoli počet obvodů REF-02 a REF-01. Při deseti zapojených obvodech se však musí zvětšit napájecí napětí na 100 až 130 V . Výstupní zatěžovací proud kteréhokoli použitého obvodu nesmí překročit maximální dovolený zatěžovací proud (typicky 21 mA).

Přesný proudový zdroj s napětovým rozkmitem 35 V a optimální výstupní impedancí je možné sestavit se dvěma obvody REF-02 a operačním zesilovačem OP-02E podle



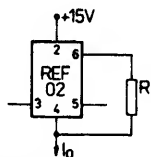
Obr. 114. Přesný proudový zdroj se dvěma obvody REF-02 s výstupním napětím 0 až 35 V a konstantním výstupním proudem

obr. 114. Obvod IO2 dodává napájecí napětí a určuje konstantní ztrátový výkon obvodu IO1. Nedostatkem zapojení je pouze chyba při uvažované pokojové teplotě v ovlivňování operačního zesilovače záporným napájecím napětím. U použitého operačního zesilovače OP-02E činí typická závislost $3 \mu\text{V/V}$, což může vyvolat změnu 20 ppm, tj. $3 \mu\text{V/V} \times 35 \text{ V} = 105 \mu\text{V}$ výstupního napětí v napětovém rozsahu 35 V. Např. proudový zdroj 5 mA může vyvolat (při $R = 1 \text{ k}\Omega$) výstupní impedanci 350 M Ω . Pro výpočet výstupního odporu platí vztah

$$R_o = \frac{35 \text{ V}}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \text{ mA}}$$

Výstupní napětí zdroje je 0 až +35 V, zatěžovací výstupní proud $I_0 = 5 \text{ V} / R$. Pro časový člen RC platí $RC = 10^{-6} \text{ s}$.

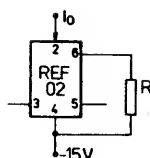
Jednoduchý proudový zdroj s obvodem REF-02 podle obr. 115 může odevzdat výstupní proud $I_0 = (5 \text{ V} / R) + 1 \text{ mA}$. Zdroj se



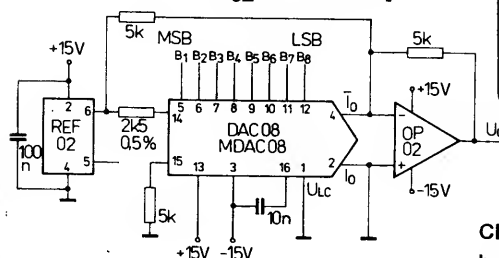
Obr. 115. Jednoduchý proudový zdroj s obvodem REF-02

napájí kladným napětím 15 V, výstupní proud se odebírá na vývodu 4 (jinak je to zemnicí bod). Pružnost výstupního napětí je od -28 V do +8 V.

Jako proudová zátěž může sloužit zapojení obvodu REF-02 podle obr. 116. Výpočet výstupního proudu je stejný jako v předchozím případě. Pružnost výstupního napětí je polaritou „obrátena“ od -8 V do +25 V.



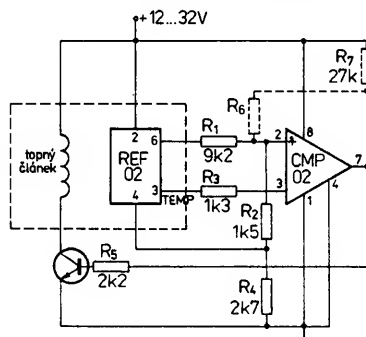
Obr. 116. Proudová zátěž s obvodem REF-02



Obr. 117. Způsob spolupráce referenčního obvodu REF-02 s převodníkem D/A typu DAC-08

Příklad praktického zapojení obvodu REF-02 jako zdroje referenčního napětí ve spojení s převodníkovým obvodem D/A 8 b typu DAC-08 je na obr. 117. Zapojení je jednoduché a v praxi osvědčené bez poruch. K výstupu převodníkového obvodu připojený operační zesilovač má být středně rychlý. Při běžném použití postačí oblíbený zesilovač řady 741.

Integrovaný obvod REF-02 může pracovat též jako čidlo teploty kapalin v zapojení podle obr. 118. Obvod je tepelně spojen



Obr. 118. Integrovaný obvod REF-02 jako čidlo teploty kapalin

s topným článkem, jehož průtok proudu řídí tranzistor n-p-n přes komparátor CMP-02; jeho oba vstupy jsou spojeny s výstupem obvodu REF-02. Čidlo s topným článkem je ponořeno do kapaliny, jejíž teplotu má udržovat na stálé teplotě 60 °C.

PLOŠNÉ SPOJE

publikované v AR nebo podle Vaší předlohy
vyrobíme fotocestou bez prokovených otvorů
jednostranný 15–25 Kčs/dm²
oboustranný 25–35 Kčs/dm²
vrtání na obj. 4 hal/1 otvor

SPOJ

J. Kohout
Nosická 16
100 00 Praha 10
tel. 78 13 823

V. Kohout
U zahrádkářské kolonie 244
142 00 Praha 4
tel. 47 28 263

Testovací a měřicí

CD deska - generátor

CD deska je určena všem elektronikům, hudebníkům a radioamatérům. Je to kvalitní zdroj signálu pro měření a opravy zvuk. zařízení. Obsahuje nahrávky (dig.) kmitočtů 20 Hz až 20 kHz, 60 + 7000 Hz, 250 + 8000 Hz, dig. 0, 13 kHz+14 kHz, třetinoctávová pásma šumu, růžový a bílý šum apod. Celkem 99 tracků.

Vydala firma AVP & MARUTECH, cena 220,- Kč + poštovné. Objednávky na adrese: Vladimír Žák, Tyršova 50, 266 01 Beroun 2 tel. (0311) 25100

INZERCE



Inzerce přijímá osobně a poštou Vydavatelství Magnet-Press, inzertní oddělení (inzerce ARB), Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-9 linka 342, fax 23 62 439 nebo 23 53 271. Uzávěrka tohoto čísla byla 2. 4. 1993, do kdy jsme museli obdržet úhradu za inzerát. Cena za první řádek činí 44 Kč a za každý další (i započatý) 22 Kč. Platba je včetně daně z přidané hodnoty. Cena za plošnou inzerci se řídí velikostí inzerátu. Za 1 cm² plochy je cena stanovena na 18 Kč. K ceně se připočítává 23 % DPH. Nejmenší velikost plošného inzerátu je 55 x 40 mm. Za opakovanou inzerci poskytujeme výhodné slevy od 10 do 30 %. Texty pište čitelně, nejlépe hůlkovým písmem nebo na stroji, aby se předešlo chybám vznikajícím z nečitelnosti předlohy.

PRODEJ

Membránu do klávesnice ZX Spectrum (265), ZX Sp. Plus (348), obvod ULA pro Spectrum, Sp. Plus, Deltu i Didaktik Gama (289) + poštovné. I na Slovensko – způsob platby dohodneme. R. Buček, I. Šustály 1083, 742 21 Kopřivnice.

Upozornění

V AR B2/93 vypadlo vinou tiskárny označení některých desek s plošnými spoji v článku Zabezpečovací zařízení do auta, podle nichž lze hotové desky zakoupit např. v prodejné GM electronic, nebo objednat u p. Kohouta (viz příložený inzerát).

Tedy: dvoustranná deska na str. 69 má mít označení B202, deska na obr. 11a (str. 71) má mít označení B203. Ostatní desky jsou objednávkami čísly označeny.

Objednávka příloh AR

Objednávám u firmy Ing. Josef Šmíd – zasilatelství, Sportovní 1380, 101 00 Praha 10.

AR příloha 1 (Electus 93): ☐ ks
AR příloha 2 (M. katalog): ☐ ks
AR přílohy 1 + 2: ☐ ks

JMÉNO A PŘÍJMENÍ:

ADRESA:

PSČ:

PODPIS

MĚŘICÍ PŘÍSTROJE - PRODEJ, SERVIS, PORADENSTVÍ - KANCELÁŘSKÁ TECHNIKA

MARCONI INSTRUMENTS

Testery radiostanic 100kHz-1GHz 2955B, 2965
 Telekomunikační testery analog. 64kbit/s - 140Mbit/s
 Mikrovlnný tester 6200 do 26,5 GHz - skalár. analýza
 Signální generátory AM, FM, IM 10kHz-5,4GHz (až 30 GHz)
 Spektrální analyzátoři do 26,5GHz, rozlišení < 3 Hz
 Měřič výkonu 6960B do 40GHz -70dBm až +35dBm
 Univerzální analyzátor TV signálů 2924
 Generátor pro kontrolu radionavigač. systémů AVIONICS
 Tester telefonů CTL100
 Měřič zkreslení 2331A

V cenách přepočtených z exportních cen MARCONI podle kurzu v den objednávky. Záruka 12 měsíců.

METRIMPEX MAĎARSKO

Funkční generátor 10⁻⁴Hz-2MHz, 10V TR0458 19.336,-
 AM, FM 10⁻²Hz-10MHz, 30V TR0463 36.999,-
 PLL 100Hz-10MHz, 30V TR0465 33.600,-
 Pr. f. generátor 10⁻³Hz-10MHz, 0,001% TR0467 117.777,-
 AM, FM, PLL, VCO 10⁻²Hz-10MHz, 30V TR0469 167.699,-
 Pr. sig. gener. 1MHz-520MHz, 0,1μV-1V TR0614B 59.990,-
 100kHz-2GHz, 0,1μV-1V TR0617 200.990,-
 Televizní PAL/SECAM generátor TR0836 19.990,-
 Impulzní generátor 15Hz-100MHz TR0307 48.900,-
 0,5Hz-50MHz TR0308 40.990,-
 20Hz-50MHz TR0332 29.250,-
 digitální 10kHz-10MHz TR0360 62.490,-
 kryst. říz. 10MHz, říz. 10⁻⁵ TR0310 69.190,-
 Stereoradiotester 100kHz-120MHz TR0627 77.190,-
 Audiokomplex generátor TR0157 44.933,-
 Hledač poruch kabelů TT2160 36.400,-
 Měřič izolace 50kΩ-100GΩ TR2217 12.499,-
 Kabelový můstek 0-100GΩ, 100V TT2107 69.099,-
 C most pro telekomunikace TT3155 96.610,-
 Měř. telegraf. zkreslení TT5206
 TT5207 29.990,-
 Měřič modulace FM, AM 5,5MHz-1GHz TR0772 84.427,-
 Měřicí kabelky pro školní laboratoře á 61,-
 RLC můstky, měřiče tranzistorů, měřiče PH, zdroje

Z DOPRODEJE

Čítač a měřič č. intervalů 200MHz PFL 28 5.990,-
 Digitální RLC most 1% E317 9.225,-
 Stolní multimetr 4,5 místný V, Ω V553 5.113,-
 Kapesní multimetr V, A, Ω, Hz BY1933 700,-
 Zdroj 0-30V, 3A PS2/3-30 4.500,-

MIMOŘÁDNÁ NABÍDKA

Zajišťujeme dovoz používaných přístrojů TECTRONIX, HEWLETT PACKARD, GOULD, MARCONI z Anglie. Přístroje jsou v bezvadném stavu s půlroční zárukou.

ZA POLOVIČNÍ CENY

GOLDSTAR

Osciloskopy 20MHz 2k, 1mV/d 14.990,-
 40MHz 2k, 1mV/d, 2 č. z. 23.990,-
 100MHz 3k, 5mV/d, TV sync, 2 č. z. 41.990,-
 Osciloskop 2x20MHz + funkční gener. 2MHz 20.990,-
 Osciloskop s odečítáním hodnot na obrazovce:
 20MHz 2k, 1mV/d, TV sync. 26.690,-
 40MHz 2k, 1mV/d, TV sync. 31.990,-
 Digitální paměťové osciloskopy:
 2x20MHz, 20 Ms/s, paměť 2kV 45.990,-
 2x40MHz, 20 Ms/s, paměť 2kV 52.990,-
 2x60MHz, 20 Ms/s, paměť 2kV 56.990,-
 U KAŽDÉHO OSCILOSKOPU JSOU V CENĚ 2 SONDY 1:1, 1:10
 Čítač do 100MHz, 8 digit, citl. 10mV 6.990,-
 500MHz, 8 digit, citl. 30mV 7.990,-
 1GHz, 8 digit, citl. 50mV 8.990,-
 Funkční generátor 0,02-2MHz, 10V 7.990,-
 Digitální multimetry U, I, R, C, f:
 DM 9183 3,5 digit, U, I, R 20mm displej 1.880,-
 DM 9185 3,75 digit, T, max, min, %, graf 3.590,-
 DM 232 4,5 digit, Hz, graf, hold, stopky 2.590,-

SNS

Osciloskopy SAGA 1x7MHz, 5mV/d, TV synchro 3.490,-
 S1-94 1x10MHz, 10mV/d, zpožd. č. z. 3.953,-
 S1-112 1x10MHz, DMH, 5mV/d, mult. U, R 5.190,-
 S1-118 2x20MHz, 5mV/d, TV synchro 6.990,-
 S1-127 2x50MHz, 1mV/d, ALT, CHOP 11.990,-
 S8-19 1x10MHz, dig. pam., 10mV/d 14.990,-
 S1-131 2x20MHz, dig. pam., 2mV/d 16.990,-
 Polyskopy CH1-50 0,4MHz-1GHz 19.990,-
 CH1-55 1MHz-1,4GHz 124.000,-
 VÍ generátory G4-151 AM, FM 1-512MHz 25.990,-
 G4-116 AM, FM 4-300MHz 13.990,-
 G4-165 AM, FM 0,14-130MHz 59.990,-
 G4-164 AM, FM, IM 0,1-640MHz 79.990,-
 G4-176 AM, FM 0,1-1020MHz 99.990,-
 RC gener. GRN3 0-250 kHz, sin. obd. 0-5V 990,-

BICCOTEST ANGLIE

Přístroje na svařování optických kabelů s automat. i ručním ovládáním
 Přístroje pro vyhledávání trasy a poruch kabelů
 Vysokonapěťové testovací zdroje
 Ruční digitální reflektometry

CHASE ANGLIE

Systemy na měření územního pokrytí signálem
 Přístroje na měření elektromagnetické kompatibility
 Měřiče síly pole, 100kHz-1,1GHz

VOLTECH Analyzátoři sítě 220/380 V